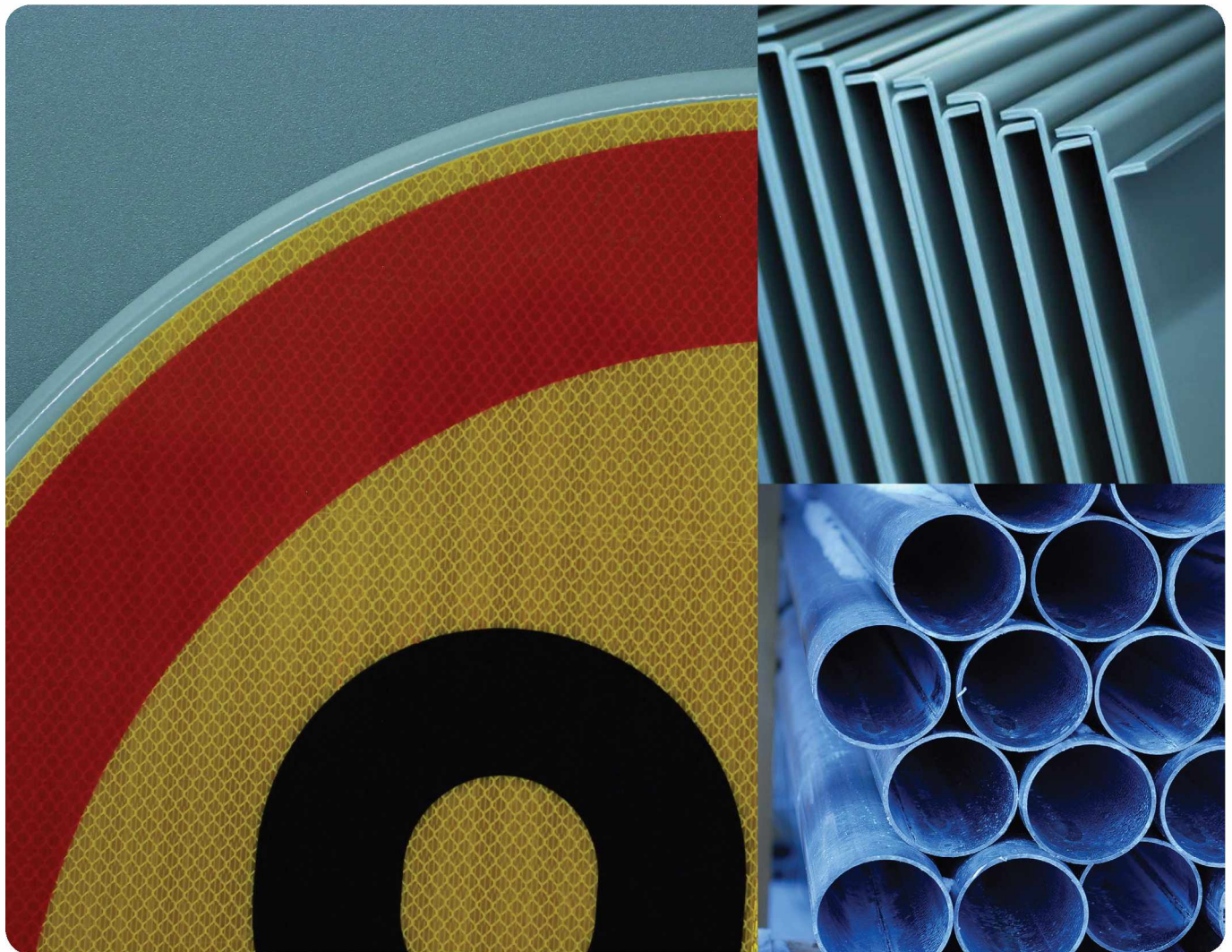


# Liikennemerkkien rakenne ja pystytys

RAKENTEITA JA LAATUA KOSKEVAT VAATIMUKSET

18.6.2013





# Liikennemerkkien rakenne ja pystytys

Rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset

Liikenneviraston ohjeita 20/2013

Liikennevirasto

Helsinki 2013

*Kannen kuvat: Mikko Uljas*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-280-8

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373



Vastaanottaja  
ELY-keskukset, Suomen kuntaliitto ry, Suomen tieyhdistys ry

Säädösperusta  
Tieliikennelaki 50 §  
Laki Liikennevirastosta 2 §

Korvaa  
Liikennemerkkien rakenne ja pystytys TIEH 2000004-04  
Tietoa tiensuunnittelun 69 C

Kohdistuvuus  
Maanteiden, katujen ja yksityisteiden pitäjät

Voimassa  
Kohdan 1.2 mukaisesti

Asiasanat  
Liikennemerkkit, liikenteen ohjauslaitteet, rakenteet, mitoitus

## Liikennemerkkien rakenne ja pystytys

Tätä ohjetta käytetään, kun suunnitellaan liikennemerkkejä ja valitaan liikennemerkkien kalvo, pohjamateriaali ja pystytysrakenteet. Tätä ohjetta voidaan käyttää myös laatuvaatimuksena rakennusurakoissa, jotka sisältävät suunnittelun. Ohje koskee myös tien yläpuolisia merkkejä ja niiden pystytysrakenteita.

Ohje määrittelee, miten standardeja SFS-EN 12899-1, SFS-EN 12767 ja SFS-EN-1090 sovelletaan Suomen maanteillä oleviin liikennemerkkeihin.

Liikennevirasto on antanut tässä ohjeessa tieliikennelain 50§:n nojalla tarkempia määräyksiä liikenteen ohjauslaitteiden väristä, rakenteesta ja mitoituksesta. Tällaisia kaikkia maanteitä, katuja ja yksityisteitä koskevia MÄÄRÄYKSIÄ ovat:

- kilpien mittatoleranssit siirtymäajan jälkeen
- kalvon paluuheijastavuuden on aina oltava vähintään CE-merkinnän mukaista luokkaa R1.

Tämän ohjeen muut kohdat kuuluvat luokkaan OHJE ja koskevat maanteitä. Kadun tai yksityistienpitäjä voi kuitenkin käyttää tätä ohjetta laatuvaatimuksena ja suunnitteluohjeena.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

Lisätietoja  
Tuomas Österman  
Liikennevirasto  
puh. 0295 34 3630

## Esipuhe

Tämän julkaisun on päivittänyt työryhmä:

Tuomas Österman	Liikennevirasto
Kari Lehtonen	Liikennevirasto
Per-Olof Linsén	Liikennevirasto
Mikko Uljas	Ramboll Finland Oy
A. Ekrias / P. Hautala	Sito Oy

Mikko Uljas on tehnyt pääosan kuormituslaskelmista sekä teksti- ja kuvapäivityksestä. Tuomas Österman ja Per-Olof Linsen ovat ohjanneet kalvon ja pohjamateriaalien osalta ja Kari Lehtonen pystytysrakenteiden, kuormien ja törmäysturvallisuuden osalta. Aleksanteri Ekrias ja Pentti Hautala ovat tehneet valaistuksen ja liikennemerkkien yhteensovittamista koskevia tarkasteluja.

Julkaisussa on päivitetty edellisen v. 2004 julkaistun samannimisen ohjeen tiedot soveltamalla se uuteen standardin ja uusimpiin suunnitteluohjeisiin ja laatuvaatimuksiin. Lisäksi tässä on esitetty, miten standardia SFS-EN 12899-1:2008 Liikennemerkit ja vastaavat liikenteen ohjauslaitteet. Osa 1: Liikennemerkit (Road equipment, Fixed, vertical road traffic signs, Part 1: Signs) sovelletaan Suomessa.

Vuoden 2004 ohjeeseen verrattuna muuttuneita asioita ovat:

- Liikennemerkkien kilpien kiinnittäminen kalvon läpi ruuvaamalla kielletään siirtymääjan jälkeen
- Merkkien kalvotyypin valintataulukkoa on muutettu
- Liikennemerkkien kalvojen ja kilpien mittojen toleranssit annetaan
- Tietyömaan liikennemerkkien kalvojen heijastavuusluokat määritellään
- Tuulikuorman lähtöarvoksi muuttuu 21 m/s ja osavarmuuslukua muutetaan
- Tuulikuorman ja aurauskuorman lisäksi mitoitukseseen otetaan mukaan pystysuuntainen pistekuorma 0,5 kN ja vaakasuuntainen pistekuorma 0,15 kN
- Ohje tukeutuu pystytysrakenteiden mitoituksessa Excel-taulukkoon Opta3-2.xls tai uudempi (saatavissa [www.liikennevirasto.fi/ohjeluettelo](http://www.liikennevirasto.fi/ohjeluettelo))
- Opastusmerkkien törmäysturvallisuusvaatimuksia on tarkennettu
- Tavallisimmille opastusmerkeille esitetään perustyyppit
- Ohje aiheuttaa muutoksia InfraRYL:n lukuun 32600, jossa viitataan tähän ohjeeseen
- SFS-EN 12899-1 tai SFS-EN 1090 mukainen CE-merkintä vaaditaan merkeiltä ja pystytysrakenteilta siirtymääjan jälkeen
- Vakiomerkeille suositellaan asentamista 2,5 m korkeudelle, jotta aurauskuorma ei ulotu merkkeihin

Helsingissä kesäkuussa 2013

Liikennevirasto  
Väylätekniikkaosasto

## Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ .....	7
1.1	Käsitteet .....	7
1.2	Käyttöönottoaikataulu .....	7
1.3	Muut liikennemerkkiohjeet vuonna 2013 .....	8
2	LIIKENNEMERKIN KALVO JA POHJAMATERIAALI .....	9
2.1	Kalvotyypin valinta .....	9
2.2	Liikennemerkkien kilven pohjamateriaali .....	11
2.2.1	Pohjamateriaalin valinta .....	11
2.2.2	Kalvon ja pohjamateriaalin kylmänkestävyys .....	12
2.2.3	Kilven kestävyys .....	13
2.2.4	Kilven reunasärmät ja kulmat .....	15
2.2.5	Kilven kokoaminen ja kiinnittäminen .....	18
2.3	Liikennemerkkien koko .....	19
2.3.1	Vakiomerkkien koko .....	19
2.3.2	Opastusmerkkien koko .....	20
3	VAKIOKOKOISET LIIKENNEMERKIT .....	21
3.1	Vakiomerkkien sijoittaminen .....	21
3.2	Vakiomerkkien perustapaukset .....	23
3.3	Vaihtoehtoiset pylvää ja tarkempi mitoitus .....	27
3.4	Vakiomerkkien jalustat .....	27
3.5	Asentaminen .....	29
4	OPASTUSMERKIT .....	31
4.1	Opastusmerkkien sijoittaminen .....	31
4.2	Törmäysturvallisuutta koskevat vaatimukset .....	32
4.3	Pylväiden ja jalustojen valinta .....	33
4.3.1	Opastusmerkin ulkonäkö .....	33
4.3.2	Opastusmerkkien pystytysrunkojen mitoitus Opta-ohjelmalla .....	34
4.3.3	Pylväiden valinta kun vaaditaan törmäysturvallisuutta .....	35
4.3.4	Tavallisimpien törmäysturvallisten opastusmerkkien pystytysratkaisut .....	36
4.3.5	Pylväiden valinta, kun törmäysturvallisuutta ei vaadita .....	46
4.4	Kuormat .....	47
4.4.1	Kuormituskestävyyden arviointi ja pylväiden luokitus .....	47
4.4.2	Kuormituskestävyyttä koskevat vaatimukset .....	47
4.5	Jalustat .....	49
4.6	Opastusmerkkien asentaminen .....	50
5	PORTAALIT .....	51
5.1	Portaalien mitoittaminen .....	51
5.2	Portaalien sovittaminen tievalaistukseen .....	53
5.3	Portaalien sallitut toleranssit .....	56
6	LIIKENNEMERKKIEN HANKINTA .....	57
6.1	Valmistuksen laadunvalvonta .....	57
6.2	Hankekohtaiset laatuvaatimukset .....	57
6.3	Urakkamuotojen eroja .....	58
6.3.1	ST -urakka (Suunnittelu ja toteutus) .....	58

---

6.3.2	Perinteinen urakka .....	58
6.3.3	Hoitourakka .....	59

**LIITTEET**

Liite 1	Liikennemerkkikalvon heijastavuusominaisuudet
Liite 2	Vakiomerkkien pylväiden ja perustusten mitoitustilanteita
Liite 3	Suoritettuja törmäysturvallisuuskokeita

# 1 Yleistä

## 1.1 Käsitteet

- Liikennemerkkejä ovat vakiokokoiset liikennemerkit ja opastusmerkit
- Vakiokokoisia merkkejä (jatkossa käytetään termiä vakiomerkkejä) ovat tieliikenneasetuksen mukaiset varoitusmerkit, etuajo-oikeus- ja väistämismmerkit, kieltö- ja rajoitusmerkit, määräysmerkit ja ohjemerkit sekä näiden lisäkilvet. Vakiomerkkeillä on asetuksessa määritetty koko ja muoto
- Opastusmerkkejä ovat viitoituksessa käytettävät tienviitat, suunnistustaulut, tunnukset ja muut opasteet
- Kalvo on liikennemerkin kilven pinnassa oleva heijastava osa, johon liikennemerkin sisältämä informaatio on kuvattuna
- Kilpi on liikennemerkin pohjalevyn ja kalvon muodostama kokonaisuus
- Pystytysrakenteella tarkoitetaan yhtä tai useampaa pylvästä, johon liikennemerkin tai opastusmerkin kilpi kiinnitetään
- Jalusta on maahan asennettava betonielementti tai teräsrakenteinen jalusta tai pystytyspylvään osa, joka varmistaa pylväiden ja kilven muodostaman kokonaisuuden pystyssä pysymisen
- Törmäysturvallisuus on merkin ja pystytysrakenteen ominaisuus, joka edellyttää, että rakenne ei aiheuta siihen törmätessä vakavia henkilövahinkoja
- Liukulaippa on jalustan ja pystytysrakenteen välissä oleva kiinnityslaitte, joka törmäystilanteessa mahdollistaa pystytysrakenteen liukumisen irti jalustasta ja varmistaa näin törmäysturvallisuuden
- Kolmi- tai useampikaistaisella tiellä tarkoitetaan 2+1-kaistaisia ohituskaistateitä ja em. kaistamäärän omaavia moottori-, tai moottoriliikenneteitä tai muita neli- tai useampikaistaisia teitä.
- Ohjeessa ilmaisut kuten "on käytettävä", "tulee käyttää" ja "käytetään" tarkoittavat määräystä ja ovat siten velvoittavia (sanan "käyttää" tilalla voi olla muukin verbi).
- Ilmaisut "käytetään yleensä", "voidaan käyttää" tai "suositellaan käytettävän" tarkoittavat ohjeellista ilmaisua.

## 1.2 Käyttöönottoaikataulu

Uusien myyntiin tarkoitettujen vakio- ja opastusmerkkien merkin ja pylvään on oltava standardin SFS-EN 12899-1 mukaisesti CE-merkittyjä 1.7.2013 alkaen.

Tämän ohjeen vaatimukset tulevat voimaan 1.7.2013 alkaen, mutta suunnittelussa ne otetaan käyttöön jo ennen sitä.

Vakiomerkkien mittatoleranssia koskeva vaatimus ja vakiomerkkien kalvon läpäisevän kiinnityksen kieltävä vaatimus tulevat voimaan 1.1.2015.

Tietyömailla käytettävien uusien liikennemerkkien on oltava tämän ohjeen mukaisia 1.1.2015 alkaen.

Portaalien pystytysrakenteiden osalta SFS-EN 12899-1 mukainen CE-merkintä ei ole mahdollinen. SFS-EN 1090-1 mukainen laadunvalvonta ja hyväksymismenettely vaa-  
ditaan 1.1.2015 alkaen. Laadunvalvonnassa on kuitenkin otettava huomioon standar-  
din SFS-EN 1090-1 periaatteet 1.1.2014 alkaen.

## 1.3 Muut liikennemerkkiohjeet vuonna 2013

Liikennemerkkien suunnittelua, valmistusta, asennusta ja hyväksyntää koskevat seu-  
raavat ohjeet:

- Liikennemerkkien käyttöohjeet ja lainsäädäntö: Yleisohjeet liikennemerkkien käy-  
töstä TIEL 2000006-03
- Liikennemerkkien symbolien ja tekstien mitoitus: Liikennemerkkipiirustukset,  
TIEH 2131908
- Viitoituskohteiden, taulutyypin sekä tekstikoon määrittely: Viitoitus, TIEL  
2130006-96
- Perustukset: Sivukuormitetut pilariperustukset TIEH 2100006-01
- Opastustaulujen kuormitus ja mitoitus, taulukkolaskentaohjelma: Opta3-2.xls tai  
uudempi ([www.liikennevirasto.fi/ohjeluettelo](http://www.liikennevirasto.fi/ohjeluettelo)); käyttöohje: Varusteluettelot TIEL  
3200625
- Liikennemerkkejä koskeva standardi: SFS-EN 12899-1:2007 Liikennemerkit ja  
vastaavat liikenteen ohjauslaitteet – Osa 1: Liikennemerkit (Fixed, vertical road  
traffic signs - Part 1: Fixed signs EN 12899-1: 2007 E)
- Luettelo markkinoilla olevista opastusmerkkien pylväistä Törmäysturvalliset  
opastustaulut, Törmäysturvalliset opastusmerkkien pylväät ([www.liikennevirasto.fi/ohjeluettelo](http://www.liikennevirasto.fi/ohjeluettelo))
- Työselitys ja laatuvaatimuksia: InfraRYL luku 32600
- Tiehallinnon ja Liikenneviraston tyyppi- ja piirustukset. Piirustuksissa esitetyt ennen  
vuotta 2011 esitetyt rakenteet eivät ole törmäysturvallisia eikä ennen vuotta 2011  
julkaisuissa rakenteiden valintataulukoissa ole välttämättä otettu huomioon täs-  
sä julkaisussa esitettyjä kuormia.

Liikennemerkkien kunnossapitoa koskevat ohjeet:

- Liikennemerkkien ja reunapaalujen kuntoluokitus, TIEL 2230007, voimassa reu-  
napaalujen osalta
- Liikennemerkkien kunto: Liikennemerkkien kuntoluokitus, TIEH 2200060-v-09
- Teiden talvihoito, Laatuvaatimukset 2001, TIEH 2230018-01, kohta 6.2
- Teiden talvihoito, Menetelmätieto TIEH 2230006-01, kohta 6.1
- Hoidon tuotekortit 2.1

Tietyömaita koskevat ohjeet:

- Liikenne tietyömaalla, Pätevyysvaatimukset ja työturvallisuuden perusteet, TIEH  
2200057-09
- Liikenne tietyömaalla, Sulku ja varoituslaitteet, TIEH 2200051-09

Asetus julkisista rakennusurakoista ja asetus julkisista hankinnoista edellyttää, että  
laatuvaatimuksena käytetään eurooppalaisia eritelmiä: EN-standardia tai eurooppa-  
laista teknistä hyväksyntää (ETA tai CUAP), jos sellainen on voimassa hankittavasta  
tuotteesta.

## 2 Liikennemerkkin kalvo ja pohjamateriaali

### 2.1 Kalvotyypin valinta

Uudet liikennemerkkit valmistetaan tarkoitukseen soveltuvasta levymateriaalista, jonka toimiva osa on heijastavaa kalvomateriaalia. Liikennemerkkejä koskevassa standardissa SFS-EN 12899-1 kalvotyypit on jaettu luokkiin R1, R2 ja R3, jossa suurempi numero tarkoittaa kalvomateriaalin paluuheijastuvuuden suurempaa arvoa. Luokkien R1 ja R2 paluuheijastuvuuden minimiarvot on määritetty. Luokka R1 vastaa standardin luokkaa ref 1 ja luokka R2 standardin luokkaa ref 2. Mainittujen luokkien sekä luokan R3 paluuheijastavuusvaatimukset on esitetty liitteessä 1. Muilta osin sovelletaan SFS-EN 12899-1 vaatimuksia. Liikennemerkkien kalvo maanteillä, maanteiden liittymissä ja kaduilla valitaan taulukon 1 mukaan. Yksityisteillä sovelletaan taulukon 1 kalvotyyppisiä.

Taulukko 1. Liikennemerkkien kalvotyypin valinta.

Tieliikenneasetuksen mukaiset liikennemerkkit	Tievalaistus tai vilkkaat päätiet (KVL > 1500 ajon/vrk)	Pimeä ympäristö, muut kuin vilkkaat päätiet
<b>Vakiomerkit</b>		
151, 152 ja 153	R 2	R 2
Muut varoitusmerkit	R 2	R 1
Etuaajo-oikeus- ja väistämismmerkit	R 2	R 2
Kielto-/rajoitusmerkit 371 - 382	R 2 <sup>A)</sup>	R 1
Muut kielto- ja rajoitusmerkit	R 2	R 1
Määräysmerkit:		
411–418,	R 2	R 2
421–425	R 1	R 1
426–427	R 2	R 1
Muut määräysmerkit	R 2	R 1
Ohjemerkit:		
511	R 2	R 2
520, 521, 531–534, 573–576	R 2 <sup>A)</sup>	R 1
Muut ohjemerkit (ml. muut kiinteät liikenteen ohjauslaitteet)	R 2	R 1
<b>Opastusmerkit</b>		
Opastusmerkit 643, 644, 645	R 2	R 1
701–703, 710–742	R 1 <sup>B)</sup>	R 1
704, 704a, 771–774, ruskeat	R 1 <sup>B)</sup>	R 1
Muut opastusmerkit	R 2	R 1
<b>Tien yläpuoliset merkit</b>		
kaikki merkit	R 3	R 3

<sup>A)</sup> Taajamissa katuverkolla käytetään kalvoa R 1

<sup>B)</sup> kolmi- tai useampikaistaisilla teillä käytetään kuitenkin R 2 kalvoa



Huom. (taulukko 1 liittyen):

- 1) lisäkilvet tehdään samalla kalvolla kuin se merkki, johon lisäkilpi liittyy
- 2) jos samassa pylväässä on useita merkkejä, käytetään kaikissa merkeissä samaa, korkeimman heijastavuuden omaavan merkin antamaa kalvoluokkaa
- 3) opastusmerkin kaikkien osien tulee olla samaa heijastavuusluokkaa
- 4) valaistun portaalin kilpiä uusittaessa on portaalin kaikki kilvet muutettava yhtä aikaa R3-kalvolle ja samalla voidaan valaistus poistaa. Portaalissa on siten kaikkien taulujen oltava valaistuja tai kaikkien valaisemattomia.

Toimitettavan uuden kalvon kalvoluokan tulee näkyä liikennemermissä aina kalvon pinnassa.

Jos vanhan liikennemerkin kanssa samaan pylvääseen kiinnitetään uusi merkki tai tieto, tulee varmistaa, ettei materiaalien heijastavuusominaisuuksissa ole tienkäyttäjää häiritsevää eroa. Etuajo-oikeus- ja väistämismerkkit sekä määräysmerkit 411–418 uusitaan aina kaikki ja muissa merkeissä merkit uusitaan, jos niiden kuntoarvo on luokkaa 3 (tydyttävä) tai heikompi (Liikennemerkkien kuntoluokitus, TIEH 2200060-v-09).

Kalvoluokka määrätään suunnitelmassa tai sen puuttuessa noudatetaan taulukkoa 1.

#### Tietyömaiden ja muiden tilapäisten liikennemerkkien kalvotyyppi

Tietyömaiden ja muiden tilapäisten liikenteen ohjaustilanteiden liikennemerkkien kalvotyyppinä käytetään toimintaympäristöluokissa S3 ja S2 päiväloistekalvoa (heijastusluokka R3 tai R2). Toimintaympäristöluokassa S1 voidaan käyttää päiväloistekalvoa tai tavallista R1-luokan heijastavaa kalvoa. Toimintaympäristöluokat ovat ohjeen "**Liikenne tietyömailla, Sulku- ja varoituslaitteet**" TIEH 2200051-09 mukaiset.

Tilapäisissä liikennemerkeissä (vakiomerkit ja opastusmerkit) käytettävän keltaisen päiväloistekalvon tulee vastata värisävyiltään tavallisia liikennemerkkikalvoja. Vihertävän sävyistä (keltavihreää ns. lime-väri) päiväloistekalvoa ei käytetä liikennemerkeissä. Sen sijaan sulku- ja varoituslaitteissa käytetään vihertävän sävyistä (Lime-sävy) päiväloistekalvoa.

Yhdellä tietyömaalla tai muussa tilapäisessä liikenteen ohjauksen kohteessa tulee kaikissa saman merkkiryhmän merkeissä käyttää yhtenäisesti samaa kalvotyyppiä. Omia merkkiryhmiään ovat a) vakioliikennemerkit b) opastusmerkit ja c) sulku- ja varoituslaitteet. Käynnistettäessä uutta työmaata tai lisättäessä työmaalle merkkejä, tulee käyttöönotettavien merkkien päiväloisteominaisuudet tarkistaa silmämääräisesti.

## 2.2 Liikennemerkkien kilven pohjamateriaali

### 2.2.1 Pohjamateriaalin valinta

Liikennemerkkien pohjamateriaalina käytetään alumiinia tai muuta kalvovalmistajan hyväksymää materiaalia. Kalvojen ominaisuudet testataan tavallisesti alumiiniin kiinnitettynä. Muun materiaalin käyttö edellyttää, että

1. kalvon valmistaja antaa takuun kalvon kiinnittymiselle tai kalvon ja pohjamateriaalin yhteensopivuus osoitetaan muuten
2. materiaalin sään ja kuormien kesto osoitetaan
3. kilpi kiinnitetään pystytysrakenteeseen muuten kuin kalvon läpi ruuvaamalla

Vanerin on täytettävä lisäksi voimassa olevat liimoja ja kyllästysaineita koskevat vaatimukset.

Liikennemerkkien pohjamateriaalin ja kalvon yhdistelmän tulee kestää liikenneympäristön tavanomaisia sää- ja keliolosuhteita vähintään 15 vuotta.

Liikennemerkkin kilven rei'ityksen osalta standardissa SFS-EN 12899-1 on kolme luokkaa:

- P1 Kilpeen ei saa tehdä reikiä missään suunnassa tiheämmin kuin 150 mm:n välein, paitsi kun se on tarpeen pohjalevyn kiinnittämiseksi
- P2 Kilpeen ei saa tehdä reikiä, paitsi kun se on tarpeen sen kiinnittämiseksi tukirakenteisiin
- P3 Kilpeen ei saa tehdä reikiä mistään syystä

Kilven kiinnitys pylvääseen tulee toteuttaa niin, että heijastinkalvoa ei läpäistä liikennemerkkin alueella ja kilpeen tehdään vain kiinnittämisen kannalta välttämättömät reiät. Opastusmerkeissä tämä edellyttää standardin EN 12899-1 luokkaa P3 tai luokkaa P2 kelpaa sillä edellytyksellä, että heijastinkalvoa ei läpäistä. Tällöin kilven rei'itys sijoitetaan reunataitokseen kuvan 4 mukaisesti. Vakiomerkeillä vaatimus edellyttää samoin luokkaa P3 tai luokkaa P2 sillä edellytyksellä, että heijastinkalvoa ei kiinnikkeillä läpäistä. Kalvon rei'ittämiskiellosta voidaan poiketa tässä ohjeessa kohdan 2.2.5 lopussa mainituin poikkeuksin.

Jos liikennemerkkin kiinnitys tukirakenteisiin tapahtuu heijastuskalvon alle kilpeen tehdyistä rei'istä, ei ruuvi, niitti tai muu kiinnitystarvike saa nousta kilven pintaa korkeammalle eikä kiinnike saa liikkua kilvessä asennuksen aikana. Tarvittaessa kiinnityskohta on tasoitettava kilven pinnan tasalle (ks. kuvan 3 reunajäykistysesimerkki C-profiiliratkaisuna).

Merkkivalmistaja kuvaa asennusohjeessa oikeat asennustavat ja tuennat, joilla varmistetaan, että sallitut taipumat eivät ylitä.

Vakiomerkin, opastusmerkin ja portaalien merkin kilven pohjamateriaalin ja niiden kiinnikkeiden tulee kestää kohdassa 4.4.2 esitetty aurauskuorma, tuulikuorma ja pysty- ja vaakasuuntaiset pistekuormat kuvien 1 ja 2 mukaisesti. Kuormat ovat eriaikaisia. Standardin SFS-EN 12899-1 mukaan pohjamateriaalin taipuma ja pylvään taipuma sekä vääntymät tarkastellaan erikseen, eikä niitä lasketa yhteen.

Jos pohjamateriaalista ei ole kokemuksia Suomen ilmastoa vastaavista olosuhteista, materiaalin toimivuus on osoitettava selvityksin. Pohjamateriaalin ja kalvon yhteensopivuus tulee varmistaa sekä optisten ominaisuuksien että kylmänkestävyyden osalta. Optisten ominaisuuksien osalta testit on kuvattu standardissa SFS-EN 12899-1 Liikennemerkit ja vastaavat liikenteen ohjauslaitteet – Osa 1: Liikennemerkit. Kylmänkestävyysvaatimus, joka perustuu em. standardin kohtaan 1, on kuvattu kohdassa 2.4.

Liikenneministeriön päätöksen liikenteen ohjauslaitteista (203/1982, muutettu 384/1994 12 §) mukaan liikennemerkin takasivun on oltava heijastamaton ja väriltään harmaa. Harmaan sävyinä voidaan käyttää esimerkiksi RAL 7042 tai RAL 7043.

Merkkien taakse on merkittävä standardin numero ja vuosi (EN 12899-1:2007), standardin mukaisella luokkamerkinnällä kalvon luokka (R1, R2 tai R3), reunan luokka (E1, E2 tai E3), onko liikennemerkin tai opastusmerkin alueella kilven läpäiseviä reikiä (P3 = ei, P2 = on kiinnikkeiden takia), valmistusvuosi (esim. -12), valmistajan tai valmistuttajan nimi tai nimilyhenne sekä valmistuseränumero. Heijastuskalvon luokkaa osoittavat tiedot merkitään kuitenkin kilven etupuoelle.

### 2.2.2 Kalvon ja pohjamateriaalin kylmänkestävyys

Kalvon kylmänkestävyys osoitetaan vaihtoehtoisesti jollakin seuraavista tavoista:

- a) Näytettä säilytetään 2 vuotta ulkona sateelle ja auringonvalolle alttiina alueella, jolla esiintyy useina vuorokausina alle  $-35^{\circ}\text{C}$  lämpötiloja
- b) Näytettä säilytetään vähintään 2 vuotta sateelle ja auringonvalolle alttiina, minkä jälkeen se viedään 3 vuorokaudeksi  $-35^{\circ}\text{C}$  lämpötilaan
- c) Osoitetaan muulla tieviranomaisen hyväksymällä tavalla, että kuvatulainen sääaltistus ei vaikuta haitallisesti kalvon eikä pohjamateriaalin kestävyys- ja yhteistoimintaan, ja viedään näyte 3 vuorokaudeksi  $-35^{\circ}\text{C}$  lämpötilaan.

Tutkittava näyte sisältää pohjamateriaalin ja kalvon, siten kuin niitä normaalisti käytetään. Jokainen kalvon ja pintamateriaalin yhdistelmä on tutkittava, jos ei voida muuten osoittaa, että materiaali toimii samalla tavalla kuin jokin aikaisemmin tutkittu ja hyväksytty pohjamateriaalin ja kalvon yhdistelmä.

Näytepalan koko on vähintään 1,0 m x 0,2 m. Testissä ei saa syntyä kalvon läpäiseviä halkeamia, kalvon irtoamista eikä haitallisia värimuutoksia. Kenttäkokeen tarkoituksena on todeta kosteuden ja auringonvalon vaikutus kalvoon ja sen kiinnittymiseen.

Kahden vuoden sääaltistuksella ei voi osoittaa pohjamateriaalin yleistä säänkestävyyttä, vaan siihen käytetään materiaalien yleisiä arviointitapoja. Kahden vuoden sääaltistus voi kuitenkin paljastaa pohjamateriaaliin sopimattomat liimat ja sellaiset kalvot, joiden elastisuus perustuu haihtuviin pehmittimiin. Niiden haihduttua kylmäaltistus ja uudelleen lämpeneminen voi aiheuttaa kalvoon halkeamia.

Valmistaja ilmoittaa pyydettyessä kohteen, johon on asennettu ulos nykyisin tuotannossa käytettävästä kalvosta ja pohjamateriaalista valmistettu merkki. Siitä esitetään osoite, toimitusasiakirja, heijastuskalvon tiedot, pohjamateriaalin tiedot ja valokuva josta ilmenee, että se on otettu vähintään kahden Suomen talvea vastaavan talven jälkeen asentamisesta sekä sanallinen kuvaus merkin kunnosta. Jos kalvon ja pohjamateriaalin yhdistelmää on käytetty vain Suomea lämpimämissä maissa, otetaan sieltä näyte joka asetetaan kylmäkaappiin. Jos merkin valmistuksessa käytetään juuri

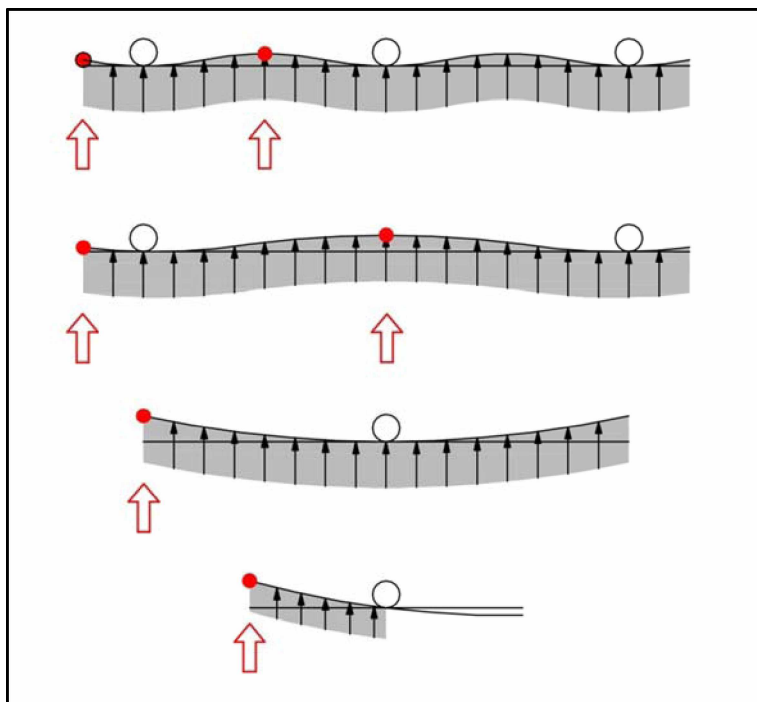
markkinoille tullutta heijastuskalvoa, esitetään kalvovalmistajan selvitys haihtuvista pehmittimistä tai vertailu johonkin vanhempaan heijastuskalvotuotteeseen, josta on kokemusperäinen tieto.

Tienpitäjä voi antaa luvan myös testaamattomien tuotteiden käyttöön, jos kalvovalmistajalta on saatu riittävä selvitys haihtuvista pehmittimistä tai vertailu markkinoilla jo olevaan kalvomateriaaliin, josta on kokemusperäinen tieto. Tällöin on harkittava riittävän pitkän takuun vaatimista.

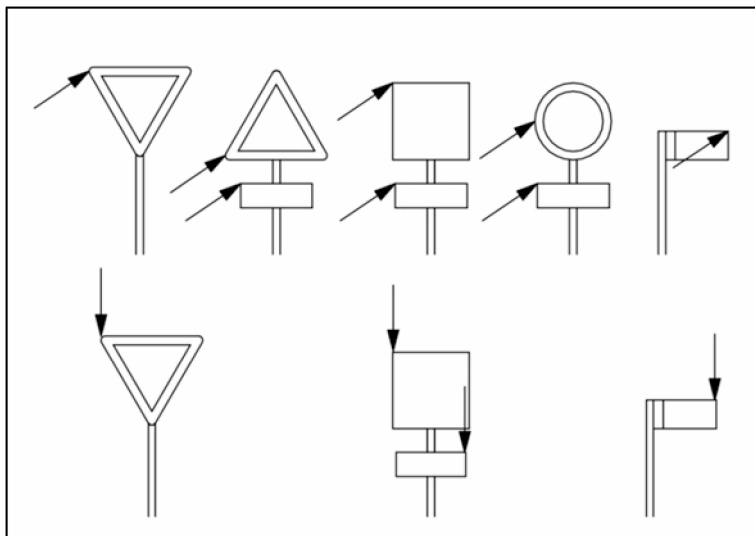
### 2.2.3 Kilven kestävyys

Liikennemerkkin valmistaja arvioi pohjamateriaalin kestävyyskohdassa 4.4.2 esettyjä kuormia vastaan ennen uuden pohjamateriaalin tai tukivälin käyttöönottoa. Pohjamateriaalin ja pystytysrakenteiden kuormituskoe tehdään erikseen. Pohjamateriaalin kuormituskoe tehdään tarvittaessa erikseen yksi-, kaksi ja monipylväiseen pystytysrakenteeseen kiinnitettynä käyttäen sellaisia tukivälejä ja lisäjäykisteitä, joilla voidaan osoittaa valmistajan asennusohjeessa sallitut asennustavat kestäviksi.

Taipumatilanteet on määritelty kuvassa 1 ja pysty- ja vaakavoimien kohdistuminen vakiomerkkeihin kuvassa 2.



Kuva 1. Pohjamateriaalin reunan siirtymä tuulikuorman aiheuttaman taipuman vaikutuksesta todetaan nuolten ja punaisten pisteiden kohdalta, ja jaetaan havaintopisteen ja tukipisteen välimatkalla. Saaduista taipumarvoista valitaan suurin ja sitä verrataan sallittavaan taipumaan.



Kuva 2. Vakiomerkkeihin vaikuttavien voimien (vaakavoima 0,15 kN yläkuvassa ja pystyvoima 0,5 kN alakuvassa) mitoittava sijainti erimuotoisilla merkeillä ja lisäkilvillä. Pystykuormaa ei sovelleta yli 2,7 m korkeudella maan pinnasta.

Tuulikuorman aikana pohjamateriaali ei saa taipua yli 25 mm/m, mikä merkitsee sitä, että standardin EN-12899-1 luokat TDB0 - TDB4 taipumalle kelpaavat pohjamateriaalit. Yksipylväisessä ratkaisussa kilpi tai sen kiinnike ei saa vääntyä pylvääseen nähden enempää kuin 0,29 astetta/m, mikä tarkoittaa, että standardin EN 12899-1 luokat TDT0 – TDT4 kelpaavat kiinnikkeen ja pohjamateriaalin yhdistelmälle. Pohjamateriaalin taivutuskokeessa tai taipumalaskelmassa käytettävän tuulikuorman suuruus saadaan Opta-ohjelmalla sijoittamalla merkin koko ja korkeus taulukkoon. Optan (versio 3.2 tai uudempi) antama tuulenpaine ( $\text{kN/m}^2$ ) kerrotaan muoto- tai voimakertoimella 1,2 ja tuulen 1 vuoden toistumistaajuutta vastaavalla kertoimella 0,56.

Tuulikuorma ei saa aiheuttaa vaurioita pohjamateriaaliin eikä pysyviä muodonmuutoksia, jotka ovat yli 20 % edellä kuvatusta taipuma- tai vääntymärajasta. Pohjamateriaalin murtorajatilatarkastelussa käytettävä kuorma saadaan kertomalla Optan antama tuulenpaine ( $\text{kN/m}^2$ ) muoto- tai voimakertoimella 1,2 ja tuulikuorman osavarmuusluvulla 1,35.

Yksipylväsratkaisuissa otetaan huomioon myös epäkeskinen tuulikuorma. Pylvääseen kohdistuvan väännön laskemisessa tuulikuorman epäkeskisyys lasketaan sijoittamalla tuulikuorman resultantti pylväästä sivuun matkan, joka on 10 % merkin leveydestä. Yksipylväisen symmetrisen merkin pohjamateriaalin taivutuskokeessa pylvään toiselle puolelle asetetaan 1,4-kertainen ja toiselle puolelle 0,6-kertainen tuulikuorma.

Aurauskuorma ja pistekuormat eivät saa aiheuttaa vaurioita pohjamateriaaliin. Murtokokeessa auraus- ja pistekuormien suuruus saadaan kohdasta 4.4.2 ja nämä kuormat kerrotaan osavarmuusluvulla 1,35.

Yksipylväsratkaisussa otetaan huomioon epäkeskinen aurauskuorma. Symmetrisessä merkissä pylvään toiselle puolelle asetetaan 1,0-kertainen aurauskuorma ja toiselle puolelle ei aurauskuormaa lainkaan.

Jos opastusmerkin kilpi ei kestä muuten taivutus- ja vääntörasitusta, voidaan merkin taakse sijoittaa lisäjäykisteeksi ja kiinnitystä varten pohjamateriaalin taitteita tai lisä-

tukia. Aurauskuorman alueella tarve lisätuille on suurin. Lisätuki voidaan myös muotoilla osaksi kilven reunan vahvistusta ja reunan pyöristystä, jolloin kuvien 3 ja 4 mukaisista pyöristystä ei erikseen tarvita. Lisätuen väri tai säänkestävyys ei saa poiketa häiritsevästi pohjamateriaalin takapinnan väristä. Puisia lisätukia ei käytetä. Lisätukien sijoittelun ja ulkonäön tulee samalla tiellä olla yhdenmukaista.

Vakiomerkkien pohjamateriaalin ja kiinnikkeen osalta vaakakuormista mitoittava on merkin reunaan tai yläreunaan asetettu vaakasuuntainen pistekuorma (0,15 kN), kun merkki on taajamassa tai kun aurauslumi ei osu merkkiin. osavarmuuskertoimena käytetään 1,35. Muussa tapauksessa aurauskuorma on mitoittava. Lisäkilven osalta mitoittavin on taajamassa (aurausnopeus 0 km/h eli niin alhainen, että aurauslumi ei osu merkkiin) merkin reunaan asetettu pistekuorma tai maaseudulla aurauskuorma, silloin kun aurausnopeus on 60 km/h.

Opastusmerkin pohjamateriaalissa mitoittavin vaakakuorma voi olla tuuli tai merkin alareunassa auraus sekä merkin reunassa pistekuorma. Kaikki kuvan 1 tapaukset tarkastellaan ja asennusohjeessa määritellään pohjamateriaalin sallitut tukivälit eri tilanteissa.

Lisäkilvet ja niiden kiinnikkeet mitoitetaan niin, että ne kestävät kilven yläreunaan merkin reunassa kohdistuvan pystysuuntaisen pistekuorman, joka on 0,5 kN kertaa kuorman osavarmuusluku 1,35. Kuorma vastaa lisäkilven reunassa riippuvaa henkilöä. Vaatimusta sovelletaan myös neliön tai kärki alaspäin olevaan kolmion muotoiseen vakiomerkkiin, jos sen yläreunan korkeus on alle 2,7 m.

Kun vaaditaan törmäysturvallinen opastusmerkki ja rakenteessa on kaksi pylvästä, ja törmäyskokeessa auto on törmännyt vain yhteen pylvääseen (tai kolme pylvästä ja törmäyskokeessa on törmätty vain kahteen pylvääseen), pohjamateriaalin kiinnitys tai mahdolliset vaakatuot eivät saa sitoa pylväitä toisiinsa lujemmin kuin törmäyskokeessa käytetty kiinnitystapa. Pylväiden valmistajan tulee määritellä kiinnitystapa asennusohjeessa.

Portaalien merkeissä tuulen paine on korkeuden vuoksi suurempi kuin opastusmerkeissä. Ne on tarkasteltava erikseen.

#### **2.2.4 Kilven reunasärmät ja kulmat**

Liikennemerkkin reunasärmän käsittelyn osalta standardissa SFS-EN 12899-1 on kolme luokkaa:

- E1 Ei suojattu, materiaalina tasainen levy
- E2 Suojattu, reuna stanssattu, muotoiltu, puristettu tai peitetty reunaprofiililla
- E3 Suojattu, suojaus tehty asennetulla rakenteella.

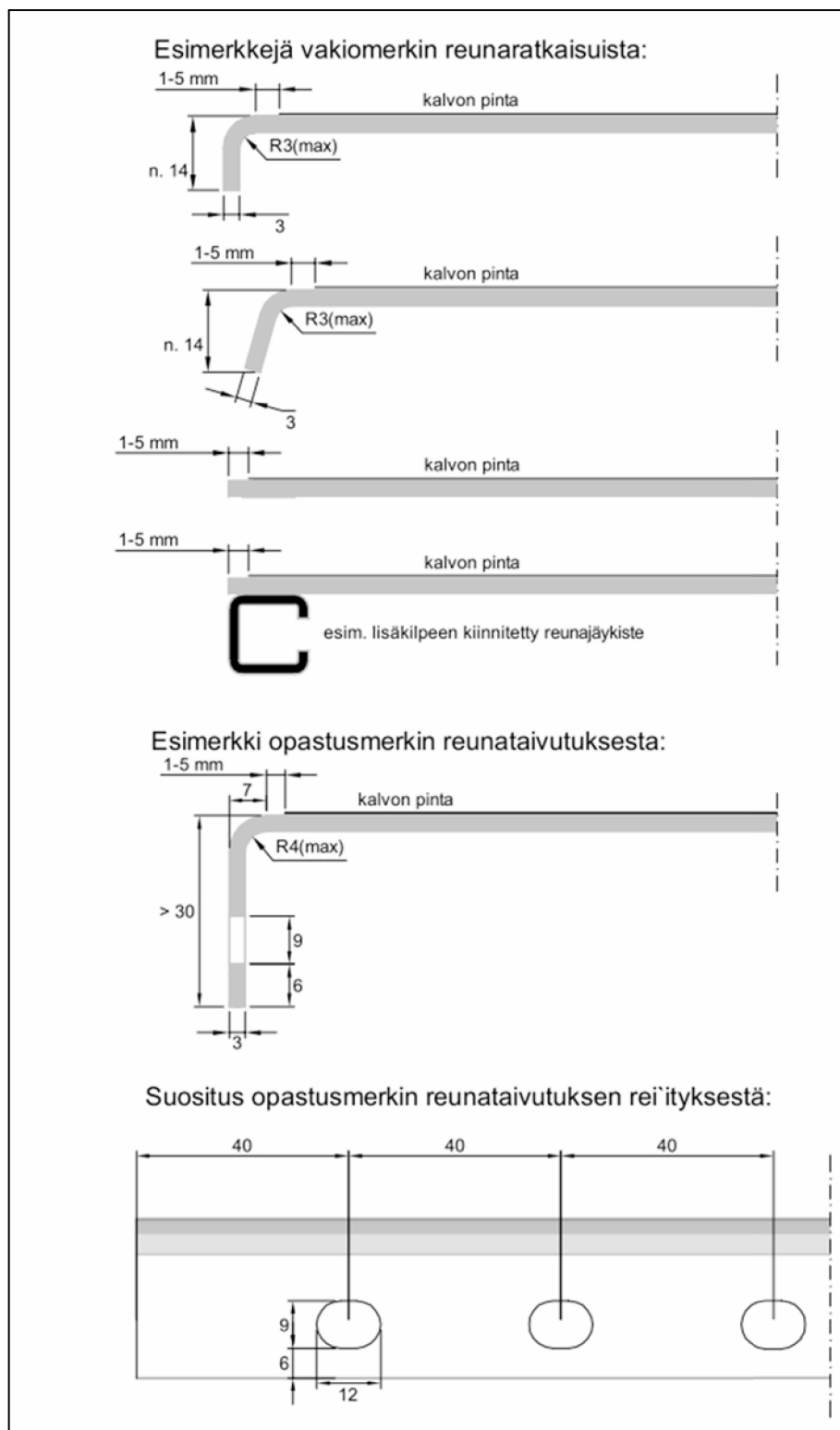
Vakiomerkeissä, lisäkilvissä ja opastusmerkeissä ja niiden taitetuissa reunoissa hyväksytään kaikki luokat. Kun laatuvaatimuksena käytetään tätä ohjetta, suojaamattomassa leikkaussärmässä ei sallita rosoja, säleitä tai piikkejä, jotka voisivat leikata haavan käteen. Alumiinisen vakiomerkin kilpi voidaan tarvittaessa jäykistää esimerkiksi kuvan 3 mukaisilla reunaratkaisuilla. Reunataitosta voidaan käyttää myös kilven kiinnittämiseen.

Opastusmerkin kilven reuna voidaan tarvittaessa jäykistää esimerkiksi kuvan 3 mukaisella reunataitoksella tai soveltamalla reunajäykistettä. Opastusmerkin kilpilamelit kiinnitetään toisiinsa kuvan mukaisista reunataitoksista tai kilven reunassa olevasta reunajäykisteestä. Myös jäykkyyden parantamiseksi mahdollisesti tarvittavat lisätuet voidaan kiinnittää reunataivutukseen tai reunajäykisteisiin.

Jos eri valmistajien kilpilamelleista halutaan yhteensopivia, reunataivutuksena voidaan käyttää n. 30 mm. Reikien koko on 9 mm (lamellin suunnassa 12 mm), etäisyys kilven etupinnasta 20 mm ja lamellin päästä 40 mm:n monikerta (ks. kuvan 3 alakuva).

Liitteessä 3 on kuvattu törmäyskokeissa toimivaksi todettu kilven alumiinipaksuus, kilven kiinnitystapa, ruuvien koko ja määrä, reunataivutuksen muoto ja kilven pinta-ala.





Kuva 3. Esimerkkejä alumiinisen liikennemerkkin reunan taivutuksen vaatimista mitoista ja mahdollisesta reunan jäykistämisestä profiililla.

Standardin SFS-EN 12899-1 mukaan kilven kulmien pyöristyssäteen tulee olla vähintään 10 mm, jos ostajan asettamissa vaatimuksissa ei ole muuta määrätty.

Kun laatuvaatimuksena käytetään tätä ohjetta, merkit toimitetaan käyttäen seuraavia kulmien pyöristyssäteitä (r):

- opastusmerkit (esim. suunnistustaulut ja tiennumerokilvet)  $r = 0 \dots 20$  mm
- kolmion muotoiset merkit,  $r = 30 \dots 40$  mm
- nelikulmaiset merkit (muut kuin 521a...c),  $r = 0 \dots 40$  mm
- pysäköintialueen muotoa koskevat merkit (521a...c)  $r = 10 \dots 40$  mm
- lisäkilpi  $r = 10 \dots 20$  mm

Em. maksimimitat koskevat normaalikokoisia merkkejä ja niiden tarkoitus on varmistaa, että pyöristys ei koskaan ole niin suuri, että se leikkaa varsinaisen liikennemerkin reunaa.

Pyöristyksen tarkoitus on vähentää vammoja, jos kävelijä tai pyöräilijä osuu merkin tai lisäkilven suoraan tai taivutettuun nurkkaan. Kun pyöristys vaaditaan, se tehdään suoraan merkkiaihioon ennen mahdollista reunan taivutusta. Taitteessa pyöristyksen saa korvata leikkaamalla kulmasta 10...20 mm levyisen ja korkuisen kolmiopalan.

Nelikulmaisissa vakiomerkeissä ei vaadita kulmien pyöristystä, koska tämän ohjeen (kuvien 5...8) mukaisesti asennettujen vakiomerkkien alareunan korkeus on aina vähintään 2,2 m, ja opastusmerkit sijoitetaan luiskiin, jolloin jalankulkijat ja pyöräilijät eivät osu merkin kulmiin. Jos nelikulmainen vakiomerkki tai opastusmerkki kuitenkin sijoitetaan alle 2,2 m korkeudella jalankulkijoiden tai pyöräilijöiden käyttämän tienkohdan yläpuolella tai alle 1 m etäisyydellä sen vieressä alemmas, matalammalla kuin 2,2 m olevat kulmat pyöristetään lisäkilven tapaan tai niistä leikataan tai hiotaan pois 10...20 mm levyinen ja korkuinen kolmiopala tai kulmiin liimataan tähän tarkoitukseen valmistettu pyöristetty peitepala, joka ei peitä varsinaisen merkin reunaa.

Mahdollisesti käytettävä kulmasuojus ja reunaprofiili tehdään materiaalista ja kiinnitetään materiaalilla, joka kestää ulkorasitusta vähintään 15 vuotta.

### 2.2.5 Kilven kokoaminen ja kiinnittäminen

Opastusmerkin kilpi kootaan yleensä lamelleista, joiden mitat ovat 240, 400, 480, 600, 720 ja 1080 mm. Lisäksi voidaan käyttää lamellikokojen yhdistelmistä syntyviä mittoja kuten esimerkiksi 880 mm (400 + 480 mm) ja 960 mm (240 + 720 mm). Tavoitteena on toisaalta mahdollisimman isojen lamellien käyttö, jotta kilven ulkonäköä huonontavia ja vaurioitumisherkkyyttä lisääviä saumoja tulisi mahdollisimman vähän. Toisaalta kilvestä tulee jäykempi, kun siinä on taitteisia saumoja. Sauma ei kuitenkaan saa tulla merkissä esitetyn tekstin kohdalle. Kiinnitys tapahtuu reunataivutuksessa olevasta rei'ityksestä tai muulla tavalla niin, etteivät kiinnitysruuvit läpäise liikennemerkin varsinaisen merkkialueen (sign face) heijastuskalvoa. Lamellien kiinnittäminen toisiinsa voi tapahtua myös kuvan 3 mukaista reunajäykistettä käyttäen, jolloin kilven saumasta tulee huomaamattomampi.

Liikennemerkkiin kuuluu kiinnittimet, joilla se kiinnitetään pylvääseen. Kiinnitys tapahtuu kuumasinkityillä tai muilla, ominaisuuksiltaan vastaavilla kiinnittimillä. Kiinnittimien tulee kestää samat kuormitukset kuin muiden rakenneosien. Kierteettömät kiinnikkeen osat suojataan ruostumista vastaan vähintään 0,055 mm:n kuumasinkityksellä tai 0,015 alumiinisinkkikerroksella tai vastaavalla tai sinkkikäsittelyllä ja vä-

hintaan 0,2 mm:n sintratulla muovikerroksella. Korroosion torjunta arvioidaan SFS-ENV 1993-1-1, Eurocode 3 mukaan: Kuumasinkitystä koskevat vaatimukset ovat standardissa EN-ISO 1461. Yhteen liitettävien tukirakenteen osien teräs valitaan niin, että sinkityksestä tulee yhtenäisen värinen. Tukirakenteissa voidaan käyttää myös yhdistettyä sinkki- ja maalipinnoitetta, jos yhdistelmän pitkäaikaiskestävyys voidaan osoittaa.

Kiinnitys tapahtuu kilven reunataivutukseen tehtävistä rei`istä tai muulla sopivalla tavalla. Kiinnikkeet eivät saa kilven reunalla peittää kalvon aluetta niin, että merkin informaation ymmärrettävyys vaarantuisi tai kalvon ehjänä säilyminen heikkenisi.

Kalvon läpi meneviä kiinnityksiä ei sallita, paitsi poikkeustilanteissa. Poikkeustilanteita ovat kaksipuolinen suojatiemerkki linja-autopysäkin merkki, kärkeikiinnityksellä sekä kevyen liikenteen viitta, osoiteviitta, yksityistien viitta ja muut pienet viitat, joissa kiinnitys tapahtuu viitan kannasta. Niissäkin kiinnityskohdan tulee jäädä varsinaisen viittakuvion ja tekstin ulkopuolelle. Lyhytaikaiseen käyttöön tarkoitetuissa liikennemerkkeissä, esimerkiksi tietyömailla tai lyhytaikaisissa yleisötilaisuuksissa, voidaan käyttää kilven läpi menevää kiinnitystä. Näissä poikkeavissa kalvon läpäisevissä kilpien kiinnityksissä käytetään sinkittyä, ruostumattomasta teräksestä tai muusta ominaisuuksiltaan vastaavasta materiaalista valmistettuja ruuveja ja kalvon puolella prikoja.

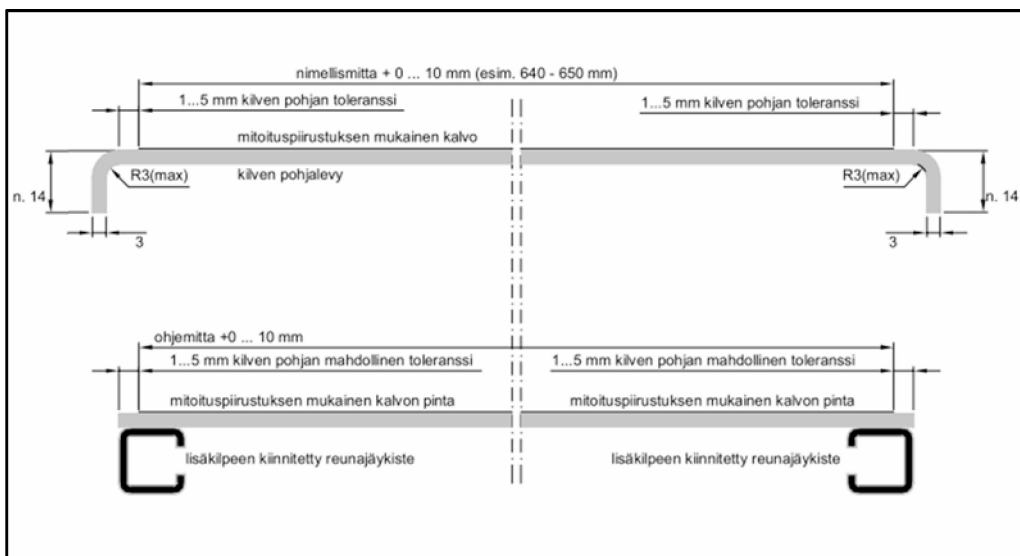
Poikkeuksellisesti sallitaan myös nopeusrajoitusmerkeissä saranoin käännettävän kilven osan saranan kiinnittäminen kalvon läpi ruuvaamalla. Saranaratkaisu tulee toteuttaa siten, että merkin näyttöä on vaikea muuttaa ilkevaltaisesti.

## 2.3 Liikennemerkkien koko

### 2.3.1 Vakiomerkkien koko

Vakiomerkkejä on kolmea kokoa: suuri koko, normaali koko ja pieni koko. Koot on määritelty Liikenneministeriön päätöksessä liikenteen ohjauslaitteista (203/1982, muutettu 384/1994 12 §). Yleensä käytetään normaalikokoisia liikennemerkkejä, ellei liikenteen ohjaussuunnitelmassa ole määritelty käytettäväksi normaalikoosta poikkeavaa kokoa. Merkkien yksityiskohtaiset piirustukset on esitetty Tiehallinnon **Liikennemerkkipiirustukset kansioissa 1 ja 2**, TIEH 2131908. Jos liikenteen ohjaussuunnitelmaa ei ole, noudatetaan ohjetta **Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä (TIEL 2000006-03)**.

Toimitettavan vakiomerkin kalvon koko on aina vähintään em. Liikenneministeriön päätöksen mukainen, mutta ei enempää kuin 10 mm suurempi. Kilven pohjalevyn suoran pinnan tulee ulottua 1-5 mm kalvon ulkopuolelle. Tähän voidaan lisätä vielä mahdollisen reunan taivutuksen tai muun vahvistuksen vaatima mitta. Vahvistus voi olla myös kalvon alueella, jos paksunnos tehdään yksipuolisen kilven taakse. Alumiinisen vakiomerkin mittatoleranssit ja reunan mahdollinen taivutus on esitetty kuvassa 4. Mitat koskevat vain merkkejä, joiden nimellimitat on annettu Liikenneministeriön päätöksessä liikenteen ohjauslaitteista



Kuva 4. Mittatoleranssit merkeille, joiden ohjemitat on määrätty Liikenneministeriön päätöksessä liikenteen ohjauslaitteista.

### 2.3.2 Opastusmerkkien koko

Opastusmerkeissä viitoitettavien kohteiden tekstikoko sekä kilpien ulkonäkö esitetään liikenteen ohjaussuunnitelmassa. Jos tekstikokoa ei ole esitetty liikenteen ohjaussuunnitelmassa, se määritellään ohjeen **Viitoitus** (TIEL 2130006-96) mukaisesti (taulukot 1 ja 2). Merkin ulkonäkö sekä värit määritellään myös ko. ohjeen periaatteiden ja kansioiden **Liikennemerkkipiirustukset osat 1 ja 2** (TIEH 2131908) mukaan. Em. ohjeessa on yleensä määritetty, mitä opastusmerkin osaa voidaan tarvittaessa venyttää, että kilven reunoille ei jää tarpeettomasti tyhjää pintaa. Merkin kilven kokoa mitoitettaessa otetaan huomioon kuvassa 4 esitetyt mittatoleranssit ja reunataitteen pyöristyksen enimmäissäteet. Lyhyiden paikannimien osalta voidaan viitoitusohjeen antamaa opastusmerkkien vähimmäispituutta kasvattaa, jos se helpottaa opastusmerkin pystytysratkaisun valintaa.

Viitoitusohjeesta poiketen käytetään kaikilla taajaman ulkopuolisilla kolme- tai useampikaistaisilla teillä sekä leveäkaistateilla opastusmerkeissä 300 mm:n tekstikorkeutta.

## 3 Vakiokokoiset liikennemerkit

### 3.1 Vakiomerkkien sijoittaminen

Liikenneministeriön päätöksessä liikenteen ohjauslaitteista 203/1982, muutettu 384/1994, on määrätty liikennemerkkien sijoittamisesta seuraavaa:

*"7§ Liikennemerkki sijoitetaan yleensä kohtisuoraan sitä liikennesuuntaa vastaan, jonka nähtäväksi se on tarkoitettu. Liikennemerkki ei saa kuitenkaan näkyä muuhun tulosuuntaan siten, että merkin tarkoituksesta saattaa aiheutua väärinkäsityksiä.*

*Samaan pylvääseen tai telineeseen saa kiinnittää yleensä enintään kaksi liikennemerkkiä varustettuna tarvittavilla lisäkilvillä. Tämä määräys ei koske opastusmerkkejä eikä ajoradan yläpuolisia merkkejä.*

*8§ Jollei jäljempänä toisin määrätä, tulee alimman liikennemerkin tai lisäkilven alareunan korkeuden olla 1,5 – 3,2 metriä ajoradan pinnasta, jalkakäytävällä tai pyörätiellä kuitenkin 2,0 – 3,2 metriä näiden pinnasta mitattuna.*

*Jollei jäljempänä toisin määrätä, saa liikennemerkin lähimmän reunan etäisyys ajoradan reunasta olla enintään 3,5 m tai pientareen ulkoreunasta 1,5 metriä. Merkin vähimmäisetäisyys ajoradan reunasta on 0,5 metriä. Taajamassa merkki voidaan kuitenkin sijoittaa edellä mainittua lähemmäksi ajoradan reunaa, jos siitä ei aiheudu vaaraa eikä kohtuutonta haittaa kunnossapidolle."*

Maanteillä vähimmäisetäisyys on 0,5 m tien reunasta ja reunakaiteellisella osuudella 0,25 m kaiteen etureunasta kaiteen takana.

Tiehallinnon ohje Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä, TIEL 2000006-03 sisältää tarkempia ohjeita liikennemerkkien sijainnista:

- Merkkien sijainti tien pituussuunnassa
- Kuvat, joissa esitetään sijainti poikkileikkauksessa
- Jalankulku- ja pyöräteillä ja välikaistoilla lisäkilven alareunan korkeus vähintään 2,2 m maanpinnasta merkin kohdalla
- Luiskassa lisäkilven alareunan korkeus vähintään 2,0 m tien pinnasta

Yleisperiaate liikennemerkin sijoittamiseksi on esitetty kuvassa 5. Liikennemerkkien sijoittaminen ja pylväiden ja jalustojen valinta teillä ja kaduilla eri aurasnopeuksilla, eri tuuliluokissa ja erilaisissa maastotilanteissa on esitetty kuvissa 6 - 10.

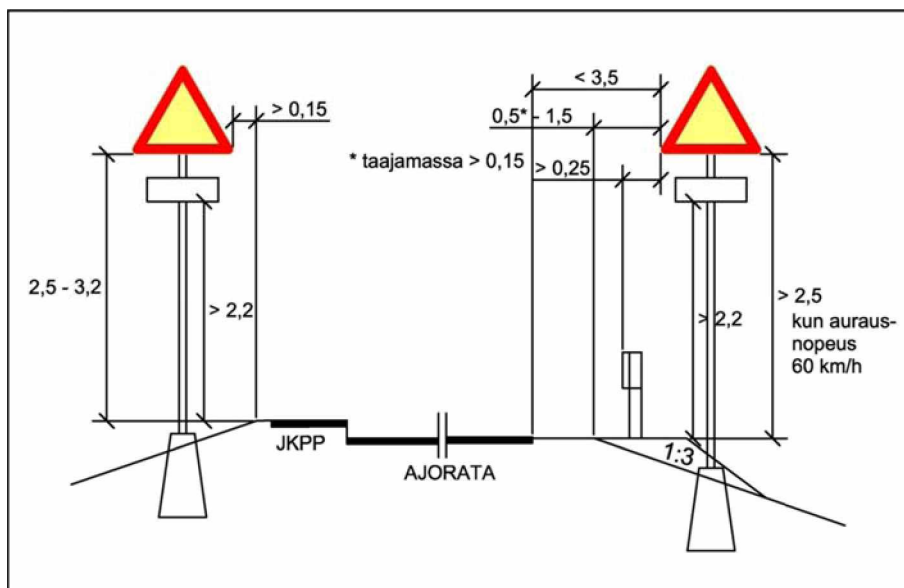
Maanteillä varsinaisen liikennemerkin (ei lisäkilven) alareunan korkeutena käytetään 2,5 m tien pinnasta, jos tiellä käytetään suurta (60 km/h) aurasnopeutta. Tällöin riittää 60 mm:n pylväk ja yleensä H700 jalusta (ks. tarkemmin kohta 3.2). Erkanemismerkki, tiemerkit ja liikenteenjakaja-merkit (411 - 418) voidaan kuitenkin sijoittaa alemmas (ks. kuva 9).

Liikennemerkin pylvään pituus määräytyy merkin alareunan korkeuden mukaan. Merkin tai merkkiyhdistelmän korkeuteen lisätään alareunan korkeus, luiskan korkeus ja upotusvara betonijalustaan käytettävän jalustatyypin mukaisesti.

Liikennemerkit sijoitetaan liikenteen ohjaussuunnitelmassa esitettyyn paikkaan. Merkin näkyvyys tarkistetaan ennen asennusta maastossa, jolloin varmistetaan, että merkki näkyy havaintosuunnassa. Jos merkin suunniteltu sijainti ei ole tyydyttävä,

sitä siirretään parempaan paikkaan säädösten sallimissa rajoissa. Siirtoon tarvitaan kuitenkin tilaajan hyväksyntä taajamassa aina sekä taajaman ulkopuolella, kun sivusuuntainen muutos on suurempi kuin yksi metri tai pituussuuntainen muutos yli 10 metriä.

Erityisesti taajamaympäristössä liikennemerkkejä voidaan kiinnittää valaisin- tai liikennevalopylväisiin taajamakuullisista syistä. Liikennemerkit kiinnitetään valaisin-, liikennevalo- tai portaalipylväaseen siten, että kytkentäluukut voidaan avata ottaen lisäksi mahdollisuuksien mukaan huomioon merkkien korkeusasemasta annetut ohjeet. Liikennemerkkejä ei saa kiinnittää sellaisiin törmäysturvallisiin valaisinpylväisiin, jotka on suunniteltu taipuvaksi auton alle niin että se estää pylvästä toimimasta suunnitellulla tavalla. Vakiomerkit voidaan kiinnittää valaisinpylväisiin vain pylväsvalmistajan asennusohjeissa määritellyllä tavalla.



Kuva 5. Yleisperiaate vakiomerkkien sijoituksesta tien poikkileikkauksessa.

Muita sijoituksessa huomioon otettavia asioita ovat:

- merkkejä ei saa sijoittaa pylvään tai muun näkemäesteen taakse
- merkkejä ei saa sijoittaa 1 m lähemmäksi ojan pohjaa pohjaveden suojausalueilla, koska vesitiivistä läpivientiä ei voida tehdä
- samaan pylväaseen kiinnitettävien vakiomerkkien etupinnan etäisyys pylvästä ei saa häiritsevästi poiketa toisistaan

Erikoiskuljetusten reiteillä oleville korotetuille saarekkeille ei asenneta sellaisia irrotettavissa olevia liikennemerkkejä, joiden jalustaan jää yli 40 mm korkeudella maan pinnasta olevia rakenteita. Keskisaarekkeen yliajettavilla osuuksilla jalustan rakenteet eivät saa nousta yli 20 mm:n korkeudelle saarekkeen päällysteen pinnasta. Irrotettavien merkkien tulee olla irrotettavissa myös talviolosuhteissa.

Liikenteen ohjauslaitteiden sijoittelussa kiertoliittymiin tulee ottaa huomioon, että ajoradan ulkopuoliset alueet sekä liikennesaarekkeiden sisäpuoliset alueet tulisi jättää vapaaksi kiinteistä esteistä 1 m:n etäisyydelle reunatuesta tai, jos sellaista ei ole, päällysteen reunasta. Lisäksi erikoiskuljetusten vaatima lisätila tehdään yleensä kier-

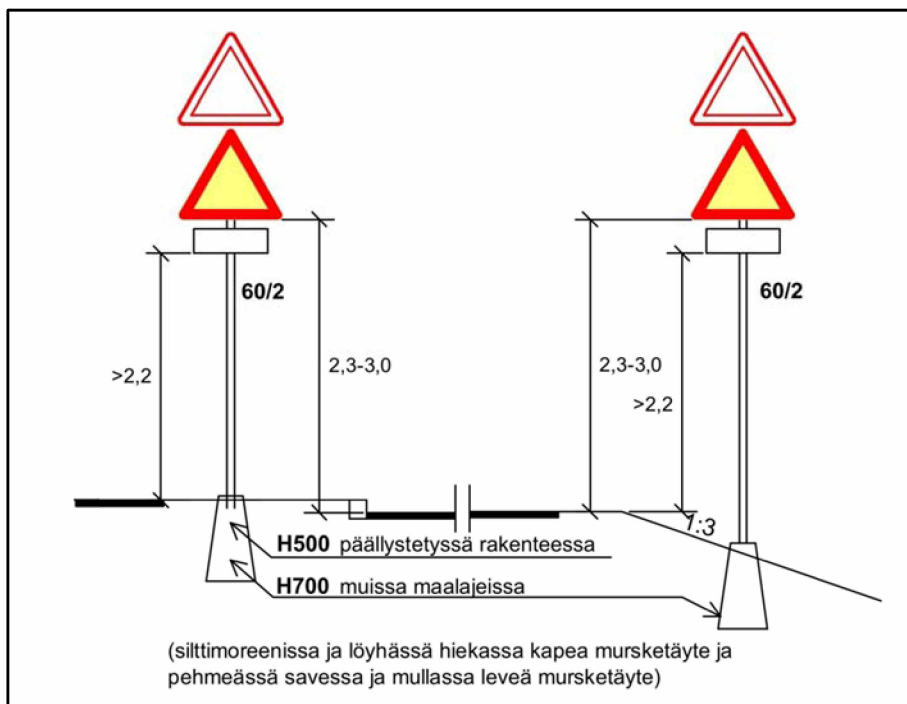
tosaarekkeen ulkoreunalle yliajettavana, joten vapaaksi jätettävän tilan tarve on ta-  
pauskohtaisesta varmistettava ajouramallien avulla.

## 3.2 Vakiomerkkien perustapaukset

Vakiomerkkien pystytyspylväinä käytetään tavallisesti standardin SFS-EN 10219 mukaisia pyöreitä teräsputkipalkkeja. Suomessa käytettävien putkien ulkohalkaisijoiden nimellismitat ovat 60,3/2; 88,9/2 mm kiinnikkeiden ja jalustojen yhteensopivuuden vuoksi. Jäljempänä käytetään pyöristettyjä arvoja 60/2 ja 90/2. Merkkien 232, 363–364 ja 373–376 ja 571–574 yhteydessä käytetään kahta 60/2 pylvästä. STOP-merkissä (232) hyväksytään lisäksi pystytys yhdellä 90/2 pylväällä, kunhan merkin alareuna on  $\geq 2,5$  m korkealla siellä missä aurauslumi voi osua merkkiin. Vakiomerkkien yhteydessä ei käytetä 114/2 mm:n pylvästä.

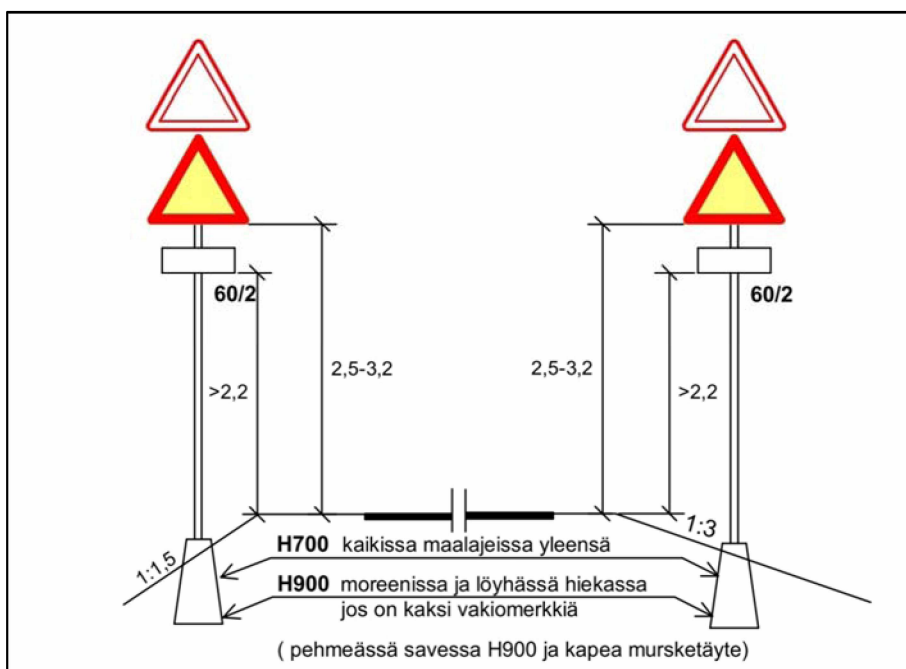
Kun pylvään ainepaksuus on 2 mm, käytetään teräslaatua S355 (tai vastaavaa, jonka myötölujuuden nimellisarvo 355 MPa  $-5\%/+10\%$  ja murtolujuus on maksimissaan standardin SFS-EN 10219 mukainen). Kun pylvään ainepaksuus on 2,9 mm, käytetään teräslaatua S235 (tai vastaavaa, jonka myötölujuuden nimellisarvo 235 MPa  $-5\%/+10\%$  ja murtolujuus on maksimissaan standardin SFS-EN 10219 mukainen). Lisäksi teräslajien on täytettävä muut tässä ohjeessa annetut vaatimukset, esimerkiksi pintakäsittelyn osalta.

Näillä pylväillä ja jalustoilla voidaan pylvään ja jalustan koko useimmissa tapauksissa valita kuvien 6...10 perusteella. Kun käytetään poikkeavia pylväitä tai muita perustamistapoja, perustuksilta vaadittava DL3-mitta valitaan liitteen 2 taulukoista 1...3 tai perustus ja pylväs mitoitetetaan tarkemmin kohdan 3.3 mukaan.

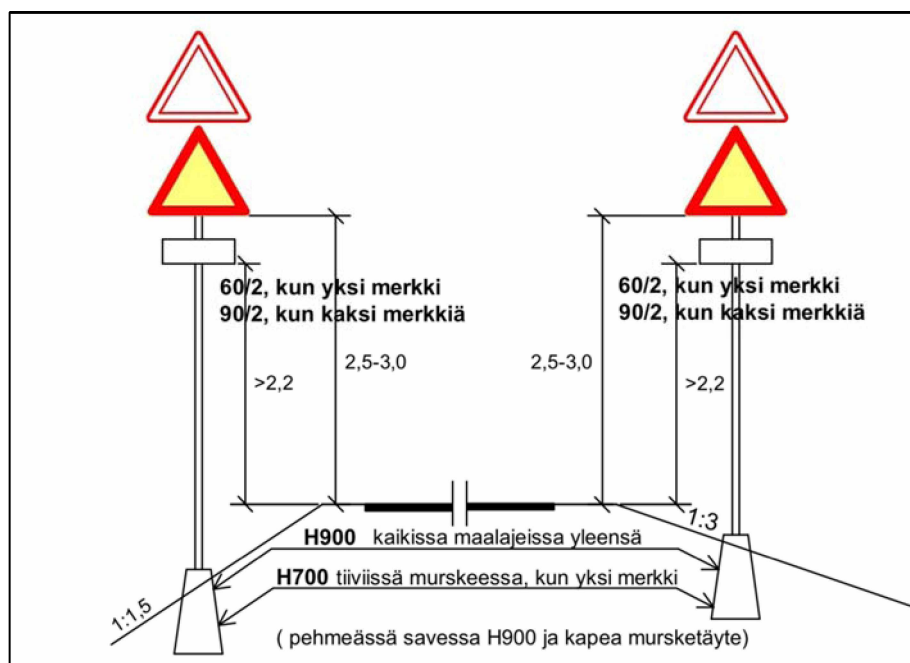


Kuva 6. Liikennemerkkin pylvään ja jalustan koko taajamien maanteillä ja väistämisvelvollisissa liittymissä, kun aurauslumi ei osu merkkiin. Tuulikuorman maastoluokka on III ja aurausnopeus 0 km/h.





Kuva 7. Liikennemerkin pylvään ja jalustan koko taajamien sisääntuloteillä ja maanteillä, joilla nopeusrajoitus on 60 km/h tai yleisrajoituksen 80 km/h alainen ja auraslumi voi osua merkkiin. Tuulikuorman maastoluokka on III ja aurasnopeus 50 km/h.



Kuva 8. Liikennemerkin pylvään ja jalustan koko maanteillä, joilla nopeusrajoitus on 80 km/h tai suurempi. Tuulikuorman maastoluokka on II ja aurasnopeus 60 km/h.

Taajamien ulkopuolella 60 mm:n pylvästä voidaan käyttää kahden vakiomerkin tapauksessakin, jos kyseessä on nykyisen merkin uusiminen vanhaan jalustaan ja entinen merkki on kestänyt hyvin.

Kivettyyn saarekkeeseen upotetussa jalustassa käytetään enintään 60/2 mm pylvästä tai paksumpaa pylvästä, johon on asennettu törmäyksessä taipuva tai murtuva nivel (kuva 9). Muuten auto tai saarekkeen kivetyks vaurioituu tarpeettoman paljon mahdollisessa törmäyksessä. Päälystettyyn rakenteeseen voidaan merkki pystyttää jalustalla H500, mutta varaosahuollon ja asennustyön selkeyttämiseksi suositellaan käytettäväksi jalustaa H700.

Kuvassa 10 on vastaavasti liikennemerkkijalustan sijoittaminen katumaiseen poikkeileikkaukseen niin, että jalusta on kokonaan päällysrakenteessa ja päällystetyllä alueella.

Teräspylväiden ruostuminen estetään:

- vähintään 0,055 mm kuumasinkityksellä tai
- 0,015 alumiinisinkikerroksella tai vastaavalla, tai
- sinkkikäsittelyllä ja vähintään 0,2 mm sintratulla muovikerroksella.

Kerrospaksuudet tarkoittavat ISO 1461 mukaisia keskimääräisiä kerrospaksuuksia (kastosinkitys).

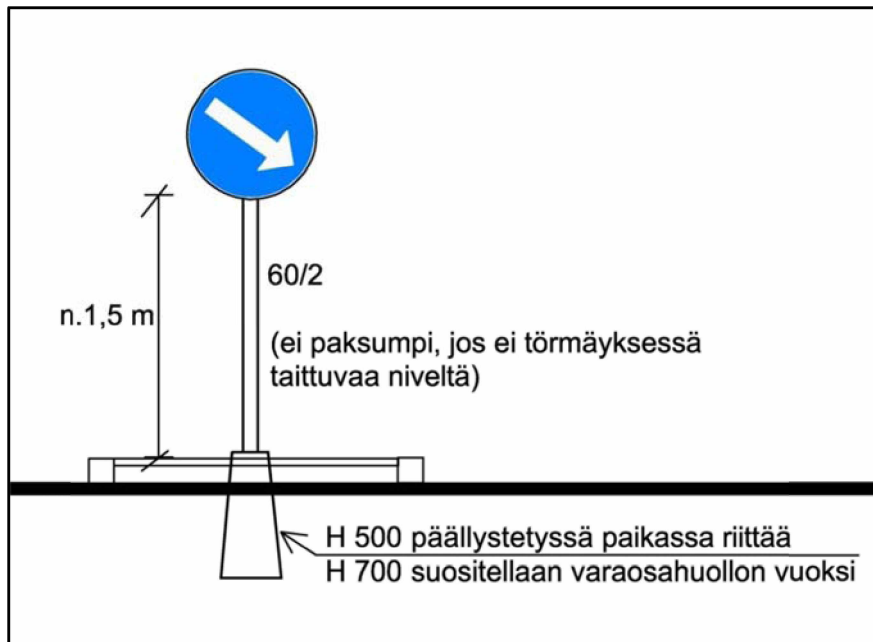
Pinnan korroosiosuojaus voidaan tehdä myös standardien EN 10240 tai EN 10346 mukaan (levymäiset rakenteet), jolloin suojauksipaksuudet olisivat seuraavat:

- EN 10240 vähimmäissuojausluokka B.1
- EN 10346 vähimmäissuojausluokka Z600, mikä edellyttää 0,042 mm paksua kuumasinkitystä tai AZ185 mikä edellyttää 0,025 mm paksua alumiinisinkitystä.

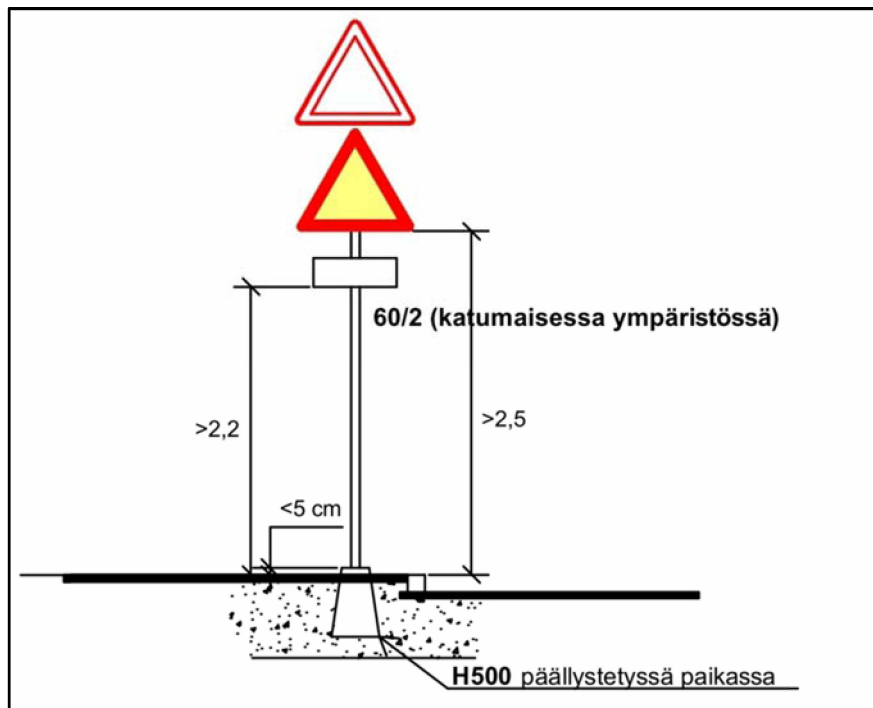
Pinnoituksilla tulee saavuttaa laskennallinen 50 vuoden kesto ilman ensimmäisten ruostepisteiden esiintymistä.

Pylvään yläpää suojataan muovisella tulpalla tai vastaavalla, joka estää veden pääsyn pylvään sisään.

Tarkemmat mitoituslaskelmat perustusten ja pylväiden mitoittamiseksi tavallisissa perustilanteissa on esitetty liitteessä 2.



Kuva 9. Liikennemerkin pylväs ja jalusta keskisaarekkeelle sijoittuvassa merkissä. Matamalmi korkeus koskee vain tiemerkkejä (esim. erkanemismerkki) ja liikenteenjaka-merkkejä 411, 417 ja 418.



Kuva 10. Liikennemerkin pylväs ja jalusta katumaisessa poikkileikkauksessa.

### 3.3 Vaihtoehtoiset pylväät ja tarkempi mitoitus

Vaihtoehtoiset pylväät ja jalustat sekä poikkeavat tilanteet mitoitetaan tarvittaessa Opta3-2.xls taulukolla ja julkaisun Sivukuormitetut pilariperustukset kaavoilla jäljempänä kuvatun mukaisesti. Kuormat ovat samat kuin opastusmerkeillä.

Liikenneministeriön päätöksen liikenteen ohjauslaitteista (203/1982, muutettu 384/1994 12 §) mukaan liikennemerkkien pylväät ovat harmaita. Keltaisia pylväitä voidaan käyttää kuitenkin tietyömailla ja muiden tilapäisten liikennemerkkien pylväinä.

Pylväskoko päätetään tavallisesti hankkeittain tarvittaessa erikseen päätielle ja sivuteille, jotta varaosatarve ei kasva tarpeettomasti. Suurissa hankkeissa voidaan tilaajan luvalla käyttää myös muita kuin 60/2 tai 90/2 mm pylväitä merkkien pylväinä. Vaihtoehtoiset profiilit lisäävät varaosatarvetta, mitä ei pitäisi suosia. Yksittäisten merkkien lisääminen toteutetaan vallitsevan järjestelmän mukaisesti.

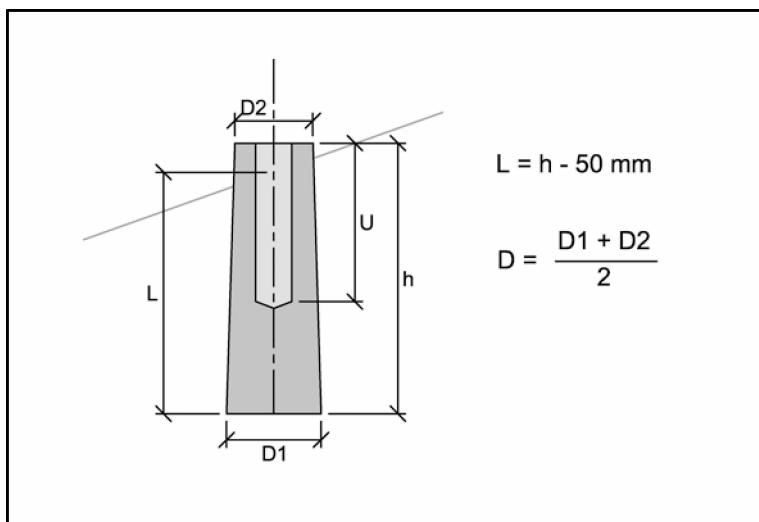
### 3.4 Vakiomerkkien jalustat

Pysyvissä vakioliikennemerkeissä käytetään elementtivalmisteista betonijalustaa, jonka sisään teräspylväs upotetaan. Betonijalustojen tavallisimmat koot ja mitat on esitetty taulukossa 2 ja kuvassa 11. Mitat voivat vaihdella valmistajasta riippuen. Jalustat valmistetaan maakosteasta betonimassasta K40-2, rasitusluokat XC4, XF3, jolla saavutetaan riittävä pakkasenkestävyys.

Muu perustamistapa hyväksytään seuraavasti:

- a) laattamainen perustus routimattomassa tai lievästi routivassa maassa, kun kaapelit tai louherakenne estää kaivamisen syvälle
- b) kiinnitys valaisinpylvääseen, kun pylväs ei ole törmäyksessä auton alle taipuvaa tyyppiä
- c) muu kaivamalla tai kaivamatta asennettava teräksinen tai betoninen perustus, kun tienpitoviranomainen katsoo, että tästä ei ole haittaa merkkien toimivuuden, vaihdettavuuden tai varaosien kannalta.

Taulukossa 2 esitetyn betonijalustan koko valitaan kuvien 6...10 perusteella. Tarkemmat laskelmat on esitetty liitteessä 2.



Kuva 11. Liikennemerkkijalustan päämitat.

Taulukko 2. Esimerkkejä yleisesti käytössä olevista jalustoista ja niihin liittyviä  $DL^3$  mittoja.  $DL^3$ -mitta lasketaan jalustan korkeuden  $L$  ja halkaisijan  $D$  avulla, ja sillä kuvataan jalustan vaadittua ja toisaalta eri tuotteiden saavuttamaa kokoa geoteknisen mitoituksen kannalta. (jos jalustan pohja on neliön muotoinen,  $D$  on neliön sivun pituus),

Jalustan tyyppi	Jalustan halkaisija merkin tasossa		Pylvään halkaisija (mm)	Jalustan korkeus $h$ (mm)	Pylvään upotus $U$ (mm)	Mitoitusarvot		
	$D1$	$D2$				$L$ (mm)	$D$ (mm)	$DL^3$ ( $m^4$ )
H500	200	160	60	500	300	450	180	0,016
H700	210	160	60/90	700	420	650	185	0,051
H900	315	260	90/114	900	480	850	285	0,175
H1300	490	300	90/114	1300	550	1250	395	0,771

Pilarimaisten ja paalumaisten perustusten mitoituksen perusteet on kuvattu ohjeessa **Sivukuormitetut pilariperustukset**, TIEH 2100006-01, jonka perusteella on laskettu edellä esitetty tyypilliset  $DL^3$ -arvot. Vakiomerkeissä varmuuskerroin  $F$  on 1,0 ja pilariperustusohjeen kohdan 2.3 mukaisessa mitoituksessa käytetään viereisen paremman maalajiluokan maaparametreja.

Laattamaista perustusta voidaan käyttää pysyvissä merkeissä routimattomalla tai lievästi routivalla maalla ja tilapäisissä merkeissä muuallakin. Laatasta on betonilaatta tai jäykkä teräsristikko, jonka päällä on suodatinkangas tai pienisilmäinen verkko estämässä maan varisemisen verkon läpi. Pylvään kiinnityskohdassa on nivel, jonka avulla pylväs saadaan pystysuoraksi asennettaessa ja myöhemmin maan liikkumisen jälkeen. Laatta upotetaan valmistajan ohjeen mukaan tyypillisesti 0,3 m syvyyteen. Tilapäisissä merkeissä maapeite ei ole välttämätön. Laattaperustus sopii erityisesti paikkaan, jossa on kaapeleita tai louhetta.

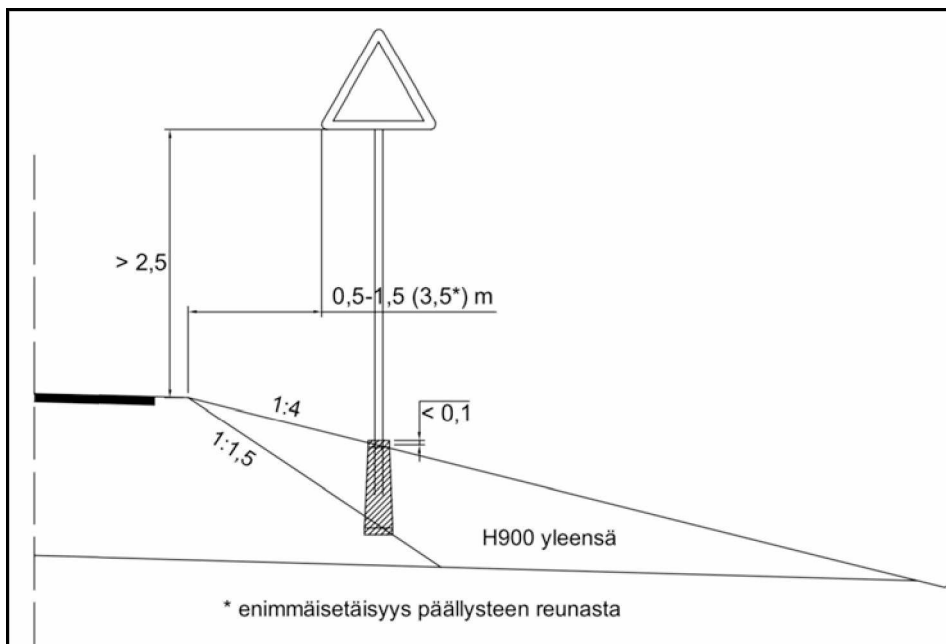
Laippakiinnityksessä laippa kiinnitetään betonijalustaan valettuihin ruostumattomiin kierretankoihin ruostumattomilla muttereilla. Kiinnitys mitoitetaan jalustatyypille sopivien pystytyspylväiden suurimman momenttikestävyyden mukaan. Laippakiinnitykseen voidaan liittää pystysuoruuden säätömekanismi.

Liikennemerkkin pylväs kiinnitetään jalustaan niin, että se ei pyörähdä jalustassa, kun siihen kohdistuu 0,07 kNm vääntö, joka kerrotaan osavarmuusluvulla 1,35. Tämä on pienempi vääntö kuin mitä eräisiin suuriin yksipylväisiin vakiomerkkeihin voi syntyä pistekuorman tai tuulikuorman vaikutuksista. Lisäksi pylväs on voitava irrottaa ja kiinnittää uudelleen jalustaan. Tästä vaatimuksesta voidaan poiketa tienpitäjän luvalla.

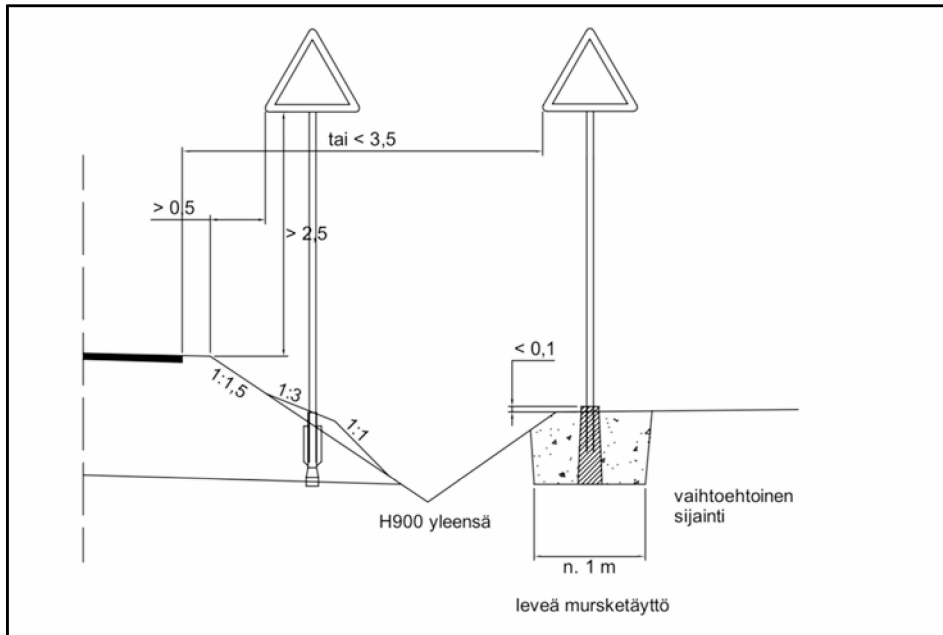
### 3.5 Asentaminen

Vakiomerkkien asentaminen tapahtuu valmistajan asennusohjeen ja InfraRYL:n mukaan.

Asennettaessa vakiokokoinen liikennemerkki loivaan (kaltevuus n. 1:4) luiskaan, jossa on routivaa luiskatäytettä, tehdään jalustan ympärystäyttö kuvan 12 mukaisesti luis-kamassoilla. Jalustan koko ja mursketäytön tarve katsotaan kuvista 6 – 10. Nykyisillä vähäliikenteisillä maanteilla luiskan ollessa jyrkkä ja sivuojan kapea, voidaan liikennemerkkit perustaa kuvan 13 mukaisesti joko ojan sisäluiskaan tai sivuojan taakse. Sisäluiskassa suositellaan käytettäväksi teräsputkijalustaa, että tierakenteen reunakantavuutta ei heikennetä. Ojan ulkopuolella routivassa tai pehmeässä maassa jalustan ympärystäyttö pyritään tekemään murskeella tai soralla, joka tiivistetään.



Kuva 12. Liikennemerkkin jalustan ympärystäyttö, kun luiska on loiva. Jalustan koko ja mursketäytön tarve katsotaan kuvista 6–10.



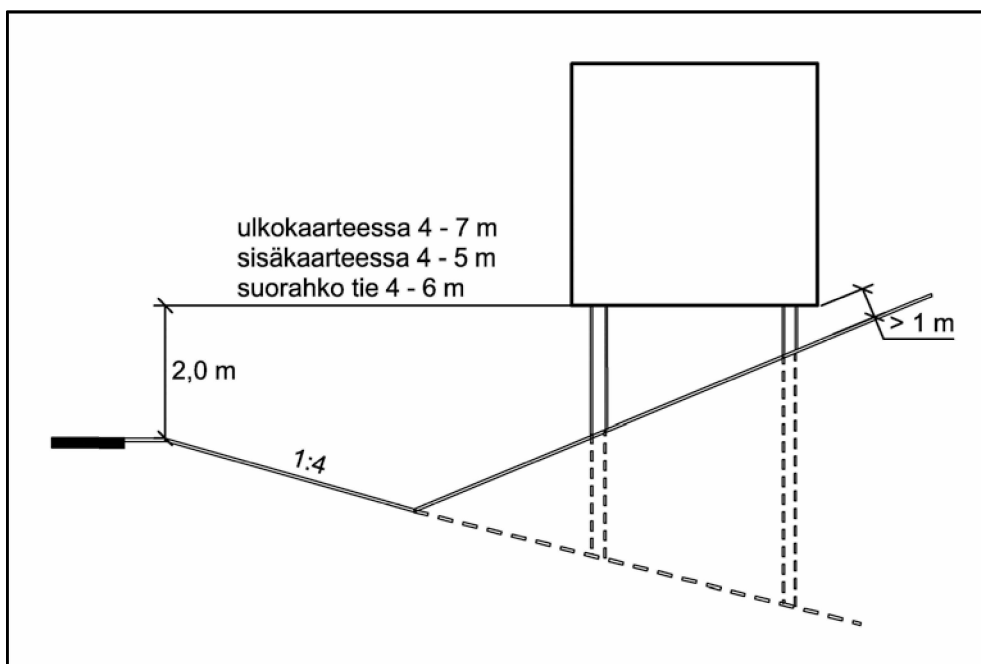
Kuva 13. Liikennemerkin jalusta vähäliikenteisillä maanteilla, kun luiska on jyrkkä (vaihtoehtoiset sijainnit). Sisäluiskaan suositellaan lyötävää teräs-jalustaa, että rakenteen reunakantavuutta ei heikennetä. Ulkoluiskassa leveä mursketäyttö, jos maaperä on savea tai muuta pehmeää maalajia.



## 4 Opastusmerkit

### 4.1 Opastusmerkkien sijoittaminen

Valta- ja kantateillä sekä kolmi- tai useampikaistaisilla teillä sekä mahdollisuuksien mukaan muillakin maanteillä opastusmerkit sijoitetaan yleensä kuvan 14 mukaan.

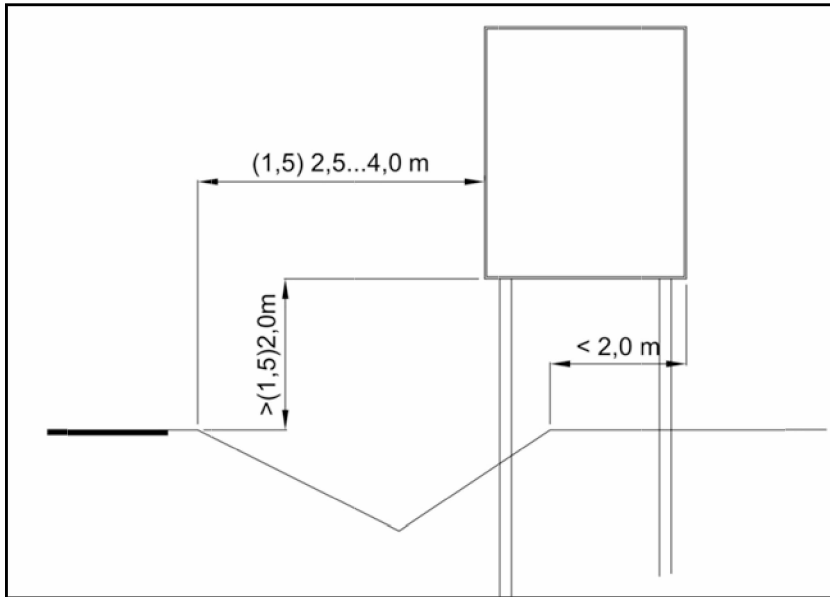


Kuva 14. Opastusmerkin sijoittaminen valta- ja kantateillä sekä kolmi- tai useampikaistaisilla teillä ja mahdollisuuksien mukaan muillakin maanteillä.

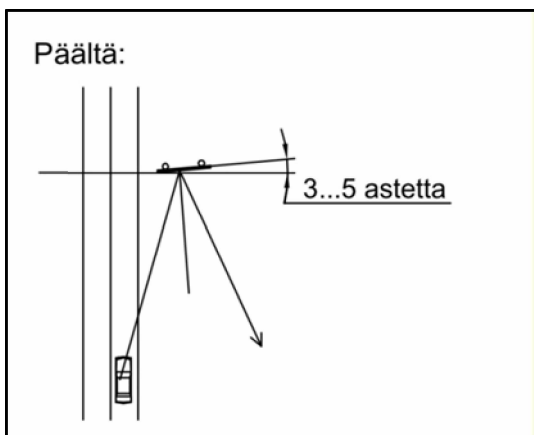
Merkin etureuna sijoitetaan sisäkaarteessa 4–5 m etäisyydelle tien reunasta ja ulkokaarteessa 4–7 m etäisyydelle tien reunasta. Pohjavesisuojausosuudella opastusmerkin pylvästä ei saa sijoittaa 1 m lähemmäksi suojattua ojan pohjaa, koska läpiviennistä ei voi saada täysin vesitiivistä. Kilven alareunan korkeus tien pinnasta on normaalisti 2,0 m. Ulkoluiskaan sijoitettaessa kilven etäisyys maan pinnasta on vähintään 1,0 m, ettei lumi tai kasvillisuus peitä merkkiä. Muita ohjeita on julkaisussa **Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä**, TIEL 2000006-03.

Muilla maanteillä opastusmerkit sijoitetaan yleensä kuvan 15 mukaisesti, jos tilaa edellä kuvatulle sijoitukselle ei ole riittävästi. Sulkeissa olevia ohjearvoja voidaan käyttää, kun nopeus on 50 km/h tai alhaisempi sekä kiertoliittymien tienviitoissa.

Opastusmerkit suunnataan katselusuunnassa 3–5 astetta ulospäin peiliheijastuksen välttämiseksi kuvan 16 mukaisesti. Pystysuunnassa merkit asennetaan pystysuoraan.



Kuva 15. Opastusmerkin sijoittaminen muilla maanteillä, sulkeissa olevia arvoja voidaan käyttää, jos nopeusrajoitus on 50 km/h tai alle.



Kuva 16. Kilpien sijoittaminen peiliheijastusten estämiseksi.

## 4.2 Törmäysturvallisuutta koskevat vaatimukset

Kun tien liikennemäärä ylittää 1500 ajon/vrk ja nopeustaso on vähintään 60 km/h

- opastusmerkeissä käytetään törmäysturvallisia pylväitä tai
- rakenteet sijoitetaan törmäyksen kannalta riittävän etäälle ohjeen **Tien poikileikkauksen suunnittelu** mukaisesti tai
- rakenteet sijoitetaan riittävän pitkän kaiteen taakse. Kaiteen pituus ja kaiteen ja merkin pylvään välissä vaadittava joustovara on määritetty ohjeessa **Tiekaiteiden suunnittelu**.

Liikennemääränä on 20 vuoden kuluttua vallitseva liikennemäärä. Nopeustaso vastaa kesäajan suunniteltua nopeusrajoitusta seuraavin poikkeuksin:

- Väistämisvelvolliseen liittymään saavuttaessa käytetään 50 km/h 7...70 m ennen liittymää.
- Mutkaisilla yleisrajoituksen alaisilla maanteilla käytetään 60 km/h.
- Tiellä, joilla ylinopeudet ovat hyvin tavallisia, käytetään 10 tai 20 km/h suurempaa arvoa kuin kesäajan nopeusrajoitus.

Myös liittyvien teiden opastusmerkeistä on tehtävä törmäysturvalliset, jos ne eivät ole riittävän etäällä, nopeustasosta ja liikennemäärästä riippuen 5...9 m vilkasliikenteisen tien reunasta.

Kun tällöin tien nopeustaso on 100 km/h tai suurempi, hyväksytään törmäysturvalliseksi SFS-EN 12767 luokkien 100HE3, 100LE3, 100NE2 ja 100NE3 pylväät. Lisäksi Tällä nopeustasolla törmäysturvalliseksi hyväksytään myös kohdassa 4.3.2 mainitut 60/2, 90/2 ja 114/2 vakiopylväät ja niiden törmäysturvalliseksi todetut yhdistelmät.

Kun tien nopeustaso on 60...80 km/h, hyväksytään törmäysturvalliseksi edellä mainittujen lisäksi luokkien 70HE3, 70LE3, 70NE2 ja 70NE3 pylväät sekä vakiopylväät 60/2, 90/2 ja 114/2 kuten edellä.

Törmäysturvallisuus ja luokka osoitetaan CE-merkillä. Luokkien merkitystä on kuvattu tarkemmin standardissa SFS-EN 12767. Luokituksen ensimmäinen numero (esim. 100 tai 70) kuvaa törmäyskokeessa käytettyä suurinta nopeutta. Kirjaimet HE, NE tai LE kuvaa törmäyksen jälkeistä nopeutta ja myös törmäysenergian vaimenemista. Opastusmerkkien pylväät kuuluvat yleensä luokkaan NE tai joskus luokkaan LE. Luokan LE pylväs hidastaa autoa törmäyksessä hiukan enemmän kuin NE ennen kuin auto törmäyksen jälkeen jatkaa matkaa. Viimeinen numero kuvaa törmäyksen matkustajiin aiheuttamaa rasitusta. Luokka 3 on paras ja luokka 1 huonoin.

Käytännössä luokkien erot ovat pienet. Suurempi merkitys on rakenneratkaisulla, toimiiko liukulaippa luiskassa ja miten pohjamateriaali sitoo kaksi pylvästä toisiinsa. Törmäyskokeessa määritellään suurin kilpikoko, johon pylväs sopii. Korkeisiin opastusmerkkeihin tarkoitettu pylvästyyppe ei välttämättä toimi alle 2,5 m korkuisena. Yli 18 m<sup>2</sup> opastusmerkit ja kalliita telemaattisia laitteita sisältävät merkit suojataan kai-teella.

## 4.3 Pylväiden ja jalustojen valinta

### 4.3.1 Opastusmerkin ulkonäkö

Kullakin tieosuudella käytetään törmäysturvallisissa ja ei törmäysturvallisissa merkeissä ulkonäöltään kokoluokittain samantyyllisiä ratkaisuja. Pienemmissä merkeissä käytetään tavallisesti 90/2 tai 114/2 pylväitä. Suuremmissa käytetään

- liukulaipallisia ja liukulaipattomia järeämpiä putkipylväitä tai
- liukulaipallisia ristikkopylväitä ja samantyyllisiä liukulaipattomia ristikkopylväitä
- liukulaipallisia ja liukulaipattomia erikoisprofiilipylväitä.

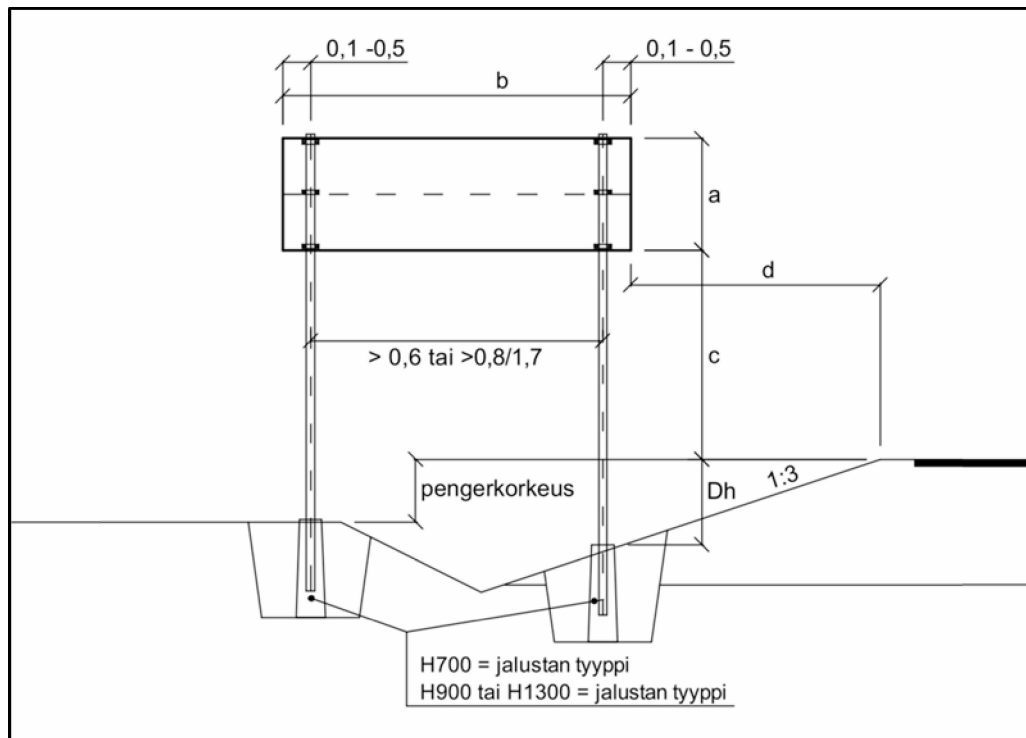
Raja suurten ja pienten merkkityyppien välillä on harkittava tapauskohtaisesti. Yleensä raja on n. 5 m<sup>2</sup>. Jos kaikki opastusmerkit voidaan sijoittaa kaiteen taakse tai leikkauksuiskaan riittävän ylös, raja voidaan valita suuremmaksikin.

Yleensä pylvään muoto voidaan jättää toteuttajan valittavaksi. Tieviranomaisen voi kuitenkin määritellä muodon, jos halutaan sama muoto kuin samalla tiejaksolla muualla. Jos edellytetään ristikkopylvään käyttöä, on muistettava että liukulaipan toimivuus edellyttää ristikon alaosassa nurkkien jäykisteet, joilla törmäävän auton kuormat välitetään liukulaippaan. Tilaajan tulee varmistaa, että vaadittuja tuotteita on edullisesti markkinoilta saatavissa.

Jos opastusmerkin pohjamateriaalin takana on näkyviä lisätukia, niiden suunnittelussa on käytettävä muotoilijan asiantuntemusta.

#### 4.3.2 Opastusmerkkien pystytysrunkojen mitoitus Opta-ohjelmalla

Opastusmerkkien pylvää mitoitetaan Optalla (versio 3.2 tai uudempi), jos tämän ohjeen perustapaukset (kuvat 18 – 24) eivät suoraan sovellu käytettäväksi. Opta tuntee tässä ohjeessa määritellyt kuormat ja sallitut taipumat. Tässä ohjeessa käytetään samoja kuormitusta kuvaavia määritteitä kuin Optassa. Ohjelmaan syötetään opastusmerkin kilven tiedot, luiskan muoto (ks. kuva 17) sekä aurausnopeus, tuuliolosuhteet ja törmäysturvallisuutta koskeva vaatimus. Ohjelma laskee merkkiin ja pylvääseen kohdistuvan tuulen ja aurauslumen paineen sekä pylväisiin kohdistuvat kuormat, kun pylväiden määrä on valittu ja ilmoittaa pylvään momenttikestävyysvaatimukset ( $M_d$  ja  $M_{vd}$ ) ja jäykkyysvaatimukset ( $EI_d$  ja  $G_{lv,d}$ ). Ohjelmassa on myös valikko, josta voidaan valita markkinoilla olevia pylviä. Ohjelma tarkistaa, riittääkö pylvästyyppin lujuus. Ohjelmaan syötetyt tiedot ja saadut jäykkyysvaatimukset tai valitut pylvästyyppit osoitetietoineen voidaan tallentaa tai tulostaa taulukkona ja havainnekuvina suunnitelman osaksi.



Kuva 17. Opastusmerkkiä ja sen sijaintia osoittavat mitat. Pylväiden välimatka on törmäysturvallisissa opastusmerkeissä vähintään 0,8 tai 1,7 m pylväs-koosta riippuen ja ei törmäysturvallisissa vähintään 0,6 m.

Ohjelma laskee myös perustusjalustan valinnassa tarvittavan DL<sup>3</sup>-arvon, kun pohja-  
maan laatu on ilmoitettu.

Ohjelma arvioi pelkistetyllä tarkkuudella törmäysturvallisuuden toteutumista. Siksi  
törmäysturvallisuuden toteutuminen tulee erikseen varmistaa kohdassa 4.3.3 kuvat-  
tujen vaatimusten mukaan. Ohjelma ei myöskään totea, onko liukulaippa luiskaan  
nähdessä kohdassa, jossa se ei toimi kunnolla. Se voidaan todeta kuvan 25 perusteella  
(kohdan 4.3.4 lopussa). Käytettävien pylvästyypin törmäysturvallisuustiedot saat-  
tavat muuttua uusien testausten myötä. Optan käyttämä törmäysturvallisuuden tilan-  
netieto ilmenee ohjelman ”Vaihtoehdot – välilehdeltä” tuotteittain.

Valmistajien omien laskentaohjelmien käyttö sallitaan vain silloin, kun tilaaja voi hel-  
posti varmistua siitä, että laskelmissa on käytetty oikein tämän ohjeen mukaisia au-  
rauskuormia, tuulikuorman epäkeskisyyttä ja muita vaatimuksia ja olosuhdetietoja.  
Opastusmerkeistä laaditaan samanlainen luettelo kuin Optassa.

#### 4.3.3 Pylväiden valinta kun vaaditaan törmäysturvallisuutta

Opastusmerkkien pystyttämiseen voidaan käyttää putkipylväitä, profiilipylväitä, te-  
räsristikkoja ja komposiittipylväitä tai muita tyyppihyväksytyjä ratkaisuja. Pylvään  
jalustakiinnitys voidaan saada törmäysturvalliseksi myötäävällä pylväällä tai varus-  
tamalla jäykkä pylväs liukulaipalla. Eri pylvästyypin törmäysturvallisuusomai-  
suudet ilmenevät Optan ”pylväät” - välilehdeltä tai valmistajien CE-merkeistä ja nii-  
hin liittyvistä sertifikaateista. Opastusmerkin koon, kiinnitystavan ja jalustan tulee  
vastata sitä, mikä ko. pylvään törmäysturvallisuustestauksessa on käytetty (ks. liite  
3).

Vakiopylväinä käytettävien 60/2, 90/2 ja 114/2 teräsputkipylväiden CE-merkissä ei tarvitse kuitenkaan ilmoittaa törmäysturvallisuutta, vaan niiden törmäysturvallisuus tulkitaan seuraavien aikaisemmin tehtyjen törmäyskokeiden perusteella laadittujen sääntöjen avulla:

- Yksi 60/2 ja 90/2 pylväs on törmäysturvallinen.
- Yksi 114/2 pylväs on törmäysturvallinen kuvan 8 mukaiseen betonijalustaan asennettuna, kun jalustan ylimmässä 150 mm osuudessa on enintään 6 kierrosta 6 mm terästä sekä pystyteräksinä enintään 4 kpl 8 mm harjaterästä.
- Kaksi 60/2 ja 90/2 pylvästä sisältävä liikennemerkki on törmäysturvallinen, kun 90/2 pylväiden välimatka (k/k) on  $\geq 0,8$  m, 60/2 pylväille ei ole vähimmäisyysvaatimusta.
- Kaksi 114/2 pylvästä sisältävä opastusmerkki on törmäysturvallinen, kun pylväiden välimatka (k/k) on  $\geq 1,7$  m, jolloin standardin SFS-EN 12767 oletuksen mukaan auto törmää kerrallaan enintään yhteen pylvääseen. Lisäksi edellytetään, että pohjamateriaali tai sen lisätuki ei sido pylväitä toisiinsa lujemmin kuin törmäyskokeessa, ja että 114/2 pylvään jalusta täyttää edellä asetetun vaatimuksen. Kilven koko ei saa ylittää törmäyskokeissa käytettyä 4 m<sup>2</sup> kokoa.
- Monipylväisessä opastusmerkissä sallitaan enintään 3 kpl 114/2 pylväitä, kun pylväiden välimatka (k/k) on  $\geq 1,7$  m, jotta auto törmää kerrallaan enintään yhteen pylvääseen. Lisäksi edellytetään, että pohjamateriaali tai sen lisätuki ei sido pylväitä toisiinsa lujemmin kuin törmäyskokeessa, ja että 114/2 pylvään jalusta täyttää edellä asetetun vaatimuksen. Kilven koko ei saa ylittää törmäyskokeissa käytettyä 4 m<sup>2</sup> kokoa.
- Monipylväisessä opastusmerkissä sallitaan enintään 3 kpl 90/2 pylväitä, kun pylväiden välimatka (k/k) on  $\geq 0,80$  m, jotta auto törmää kerrallaan enintään kahteen pylvääseen ja kilven koko ei ole suurempi kuin törmäyskokeissa ollut 4,9 m<sup>2</sup>.
- Monipylväisessä opastusmerkissä sallitaan enintään 3 kpl 60/2 pylväitä kun pylväiden välimatka (k/k) on  $\geq 0,80$  m, jotta auto törmää kerrallaan enintään kahteen pylvääseen.

Monipylväisten opastusmerkkien pylväät ovat hyväksyttäviä vain käytettäessä pohjamateriaalina 3 mm:n alumiinilevyä, kun pylvästä kohti on enintään 6 kpl kiinnikkeitä, joissa kussakin kilpi on kiinnitetty enintään kahdella M8 8.8 ruuvilla ja pohjamateriaalin reunataitteen rei'ityksen reunakannaksen leveys (mitta q) on enintään x mm kuvan 4 mukaisesti ja kilven pinta-ala on enintään 4,9 m<sup>2</sup>. Lisäksi on varmistettava että mahdollinen lisätuki ei sido pylväitä toisiinsa (ks. kuvat 18 – 24). 114/2 pylväillä vaatimukset ovat muuten samat, mutta kilven kiinnittämisessä saa käyttää vain 5 kiinnikettä/pylväs, kun kilven enimmäispinta-ala on 4,0 m<sup>2</sup> (ks. tarkemmin liite 3).

Kun käytetään törmäyskokeessa testattua muuta pylvästä kaksi- tai useampipylväisessä opastusmerkissä, on varmistettava, että pohjamateriaali tai sen lisätuet eivät sido pylväitä lujemmin toisiinsa kuin törmäyskokeessa.

#### 4.3.4 Tavallisimpien törmäysturvallisten opastusmerkkien pystytysratkaisut

Tavallisimpia opastusmerkkitapauksia (perustyyppit) varten on mitoitettu valmiiksi 60/2, 90/2 ja 114/2 pylväillä toteutettavia opastusmerkkirakenteita. Perustyyppien pystytysrakenteet voidaan valita kuvien 18–24 mukaisesti. Perustyypeillä päästään enimmillään lähes 10 m<sup>2</sup> kokosiin kilpiin, mutta kokoluokassa 5–10 m<sup>2</sup> ei törmäysturvallisuus välttämättä toteudu, joten ehdot on tarkistettava törmäyskokeiden tulosten avulla (ks. liitteet 3 ja 4). Opastusmerkin mitat ja koko määritellään tapauskohtaisesti

noudattaen Liikennemerkkipiirustukset–kansioiden ohjeita. Mallikuvat 18–24 sopivat vain tekstissä mainittuihin maastotilanteisiin. Jos sopivaa maastotilannetta ei ole tutkittuna valmiiksi, mitoitus tarkistetaan Optalla. Kuvissa 18–24 merkkien sijainti on tämän ohjeen kohdan 4.1 mukainen. Sijaintia osoittavat kuvan 17 mukaiset mitat ovat yhteneviä Optan mittojen kanssa.

Luiskan muoto, samoin kuin maaperätiedot, aurausnopeus ja tuulen maastoluokka ilmenevät tekstistä ja perustyyppien kuvista 18–24. Kuviin on merkitty lisätukia vain ohjeellisesti. Tarkemmin niiden tarpeen määrittää kilpivalmistaja.

#### Pienet alle 5 m<sup>2</sup>:n opastusmerkit

Pienissä perustyyppien opastusmerkeissä käytetään tavallisesti kahta tai kolmea 90/2 tai 114/2 pylvästä. Törmäysturvallisuusvaatimus asettaa pylväiden keskinäiselle etäisyydelle vähimmäismittoja, jotka ilmenevät kunkin merkkityypin kohdalla olevista kuvista.

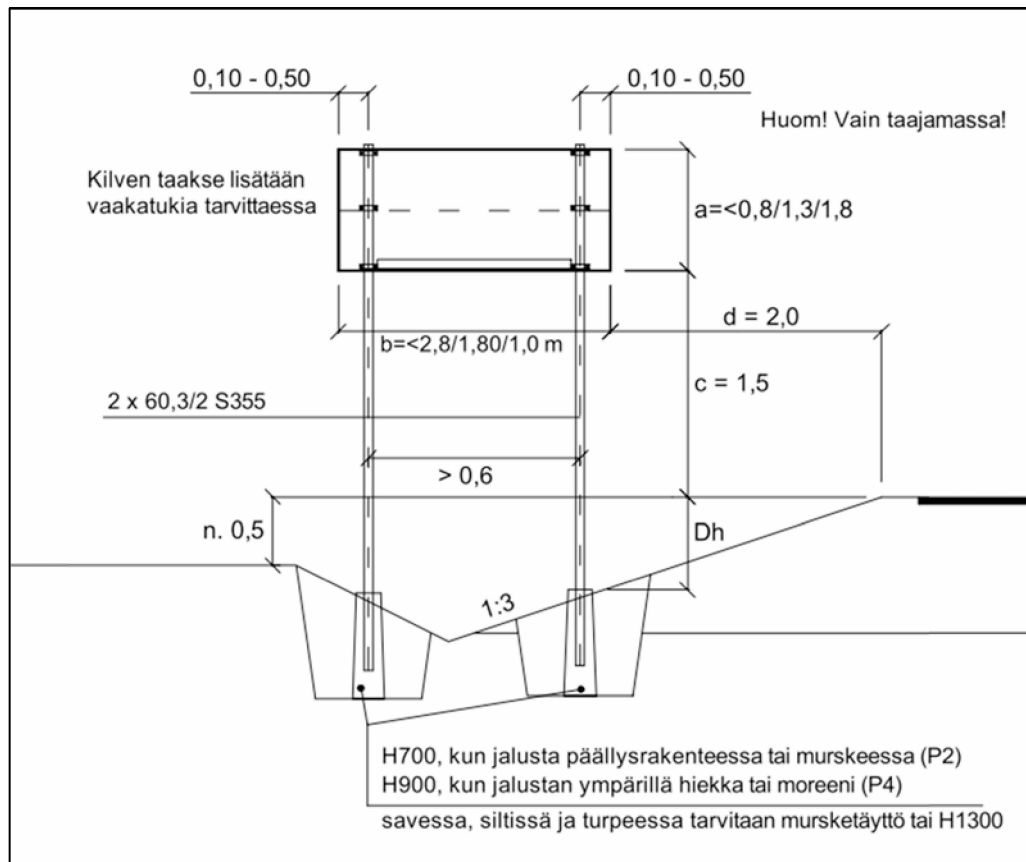
Pienen momenttikapasiteetin vuoksi 60/2 pylväät soveltuvat käytettäväksi vain taa-jamissa, jossa aurauskuorma ei yleensä osu merkkiin.

Jäljempänä on esitetty tavallisimpien pienten opastusmerkkien pystytysratkaisuja. Jos olosuhteet poikkeavat esitetyistä, mitoitus tehdään Optalla.

Kahdella 60/2 pylväällä voidaan toteuttaa 1,8 m levyinen ja 1,3 m korkea opastusmerkki, joka sijoittuu n. 2 m päähän tien reunasta ja jonka alareunan korkeus on 1,5 m tien pinnasta, kun aurausnopeus on 0 km/h, tuulen maastoluokka III ja maan pinta on enimmillään 0,5 m tien pintaa alempana.

Jos merkin leveys olisi 1,0 m voisi sen korkeus olla 1,8 m.

Jos merkin leveys on 1,9 – 2,8 m, voi merkin korkeus olla vain 0,8 m (kuva 18).

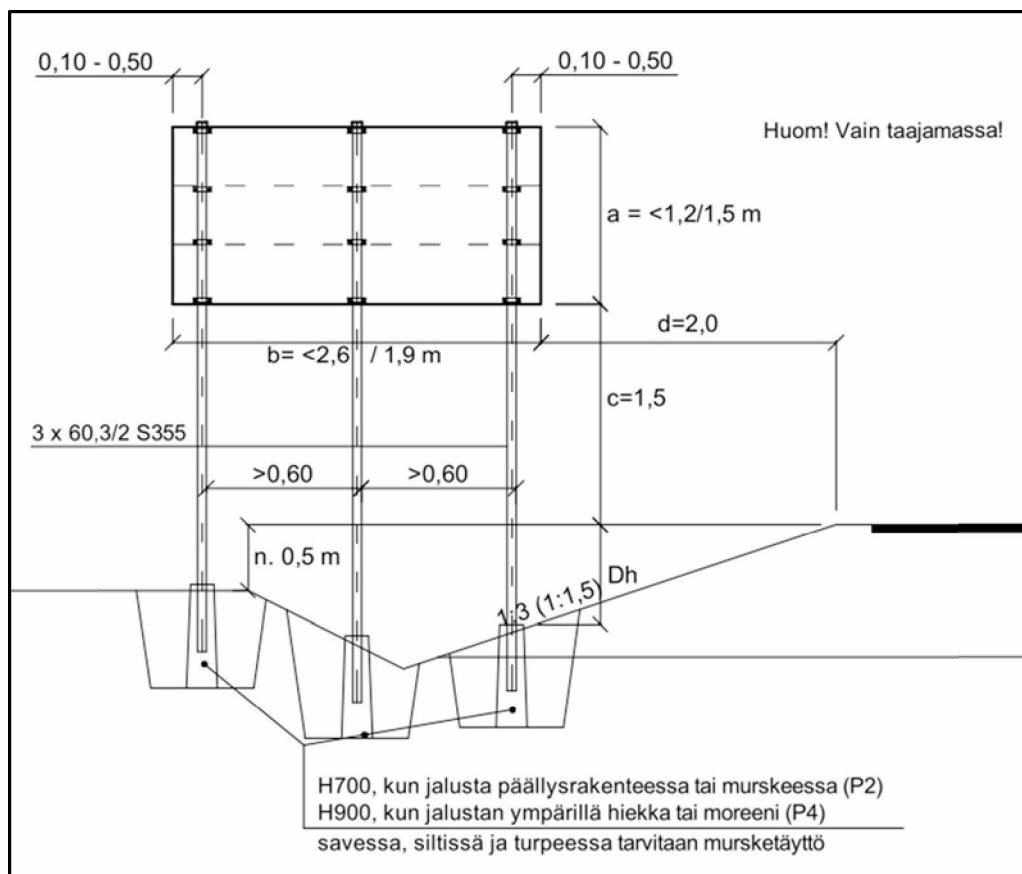


Kuva 18. Opastusmerkki kahdella 60/2 pylväällä, soveltuu käytettäväksi vain taajamissa.



Kolmella 60/2 pylväällä voidaan toteuttaa 1,8–1,9 m levyinen ja 1,5 m korkea opastusmerkki, joka sijoittuu n. 2 m päähän tien reunasta ja jonka alareunan korkeus on 1,5 m tien pinnasta, kun aurasnopeus on 0 km/h, tuulen maastoluokka III ja maan pinta on enimmillään 0,5 m tien pintaa alempana.

Jos merkin leveys on 1,9–2,6 m, voi merkin korkeus olla 1,5 m. (kuva 19).

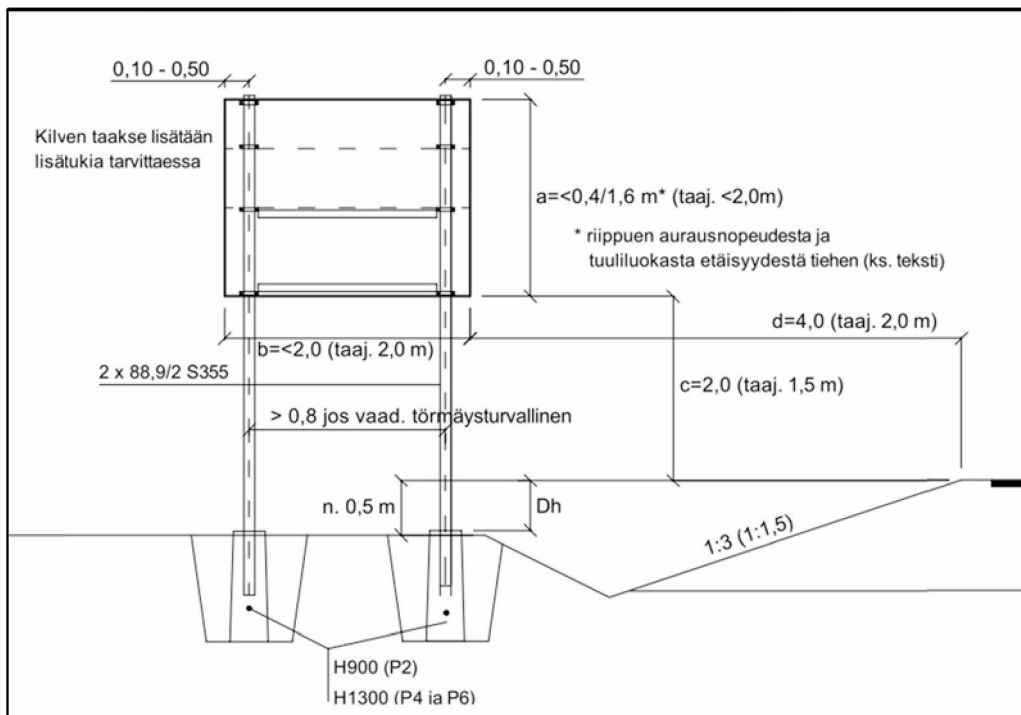


Kuva 19. Opastusmerkki kolmella 60/2 pylväällä, soveltuu käytettäväksi vain taajamissa, mutta ratkaisu ei ole törmäysturvallinen, jos pylväiden keskinäinen väli on  $< 0,8$  m k/k.

Kahdella 90/2 pylväällä voidaan toteuttaa enintään 2,0 m levyinen ja 0,4 m korkea opastusmerkki, joka sijoittuu 4,0 m päähän tien reunasta ja jonka alareunan korkeus on 2 m tien pinnasta, kun aurasnopeus on 60 km/h, tuulen maastoluokka II ja maan pinta on enimmillään 0,5 m tien pintaa alempana. Jos olosuhteet ja mitat poikkeavat näistä, voidaan mitoitus tehdä tarkemmin Optalla.

Esimerkiksi aurasnopeuden muuttuminen 50:iin km/h mahdollistaa korkeuden lisäämisen 1,6 metriin.

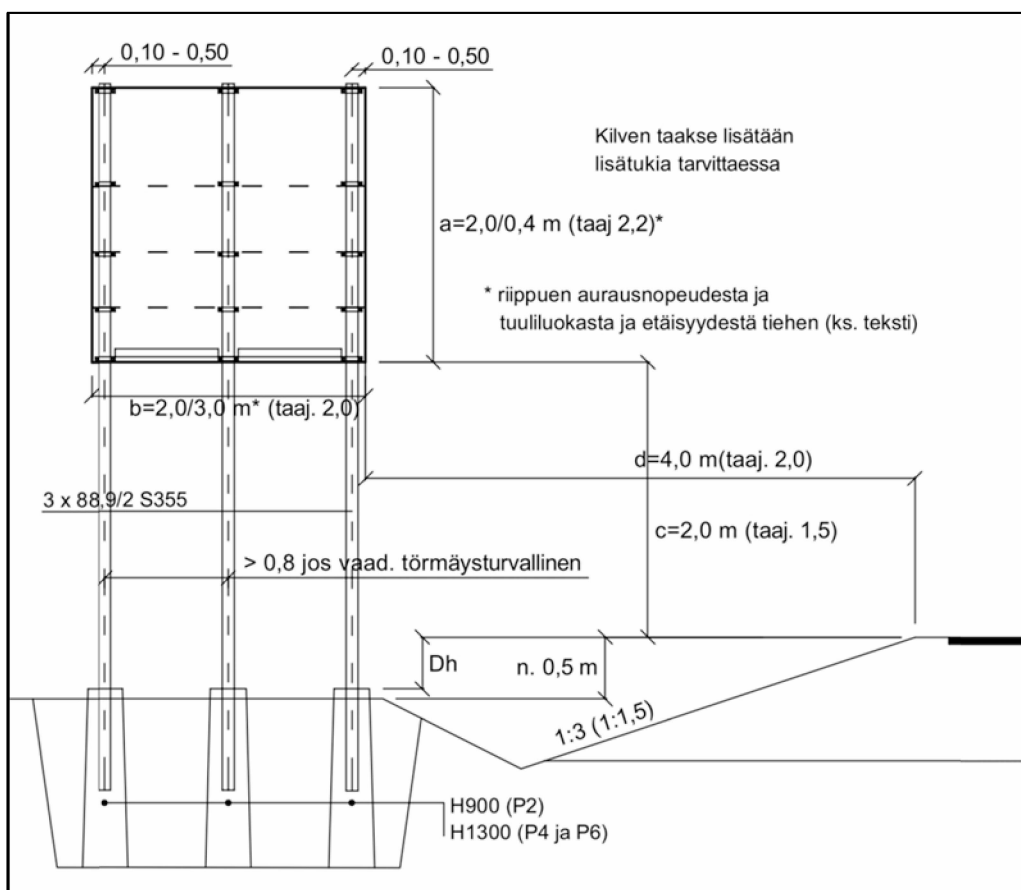
Taajamassa merkin korkeus voi olla 2,0 m kun sijainti tien reunasta on 2,0 m ja korkeus tien pinnasta on 1,5 m ja maanpinta 0,5 m alempana tien pintaa (kuva 20).



Kuva 20. Opastusmerkki kahdella 90/2 pylväällä, joka täyttää törmäysturvallisuusvaatimukset, kun kilven pinta-ala on  $< 4,9 \text{ m}^2$  ja alareunan korkeus vähintään 2,0 m ja kilpi irtaantuu kiinnityksestään törmäyksessä eikä vaakatukia kiinnitetä pylväisiin.

Esimerkiksi aurasnopeuden muuttuminen 50:iin km/h mahdollistaa 2,8 m leveän ja 1,6 m korkean opastusmerkin. Sen sijaan 2,0 m leveänä merkin korkeus voi olla vain 2,0 m molemmissa tilanteissa, johtuen aurasuorman kohdistumisesta.

Taajamassa 2,0 m leveän merkin korkeus voi olla 2,5 m, kun merkki sijaitsee 2,0 m:n päässä tien reunasta ja 1,5 m:n korkeudella tien pinnasta ja aurasnopeus on 0 km/h, tuuliluokka III. (kuva 21).

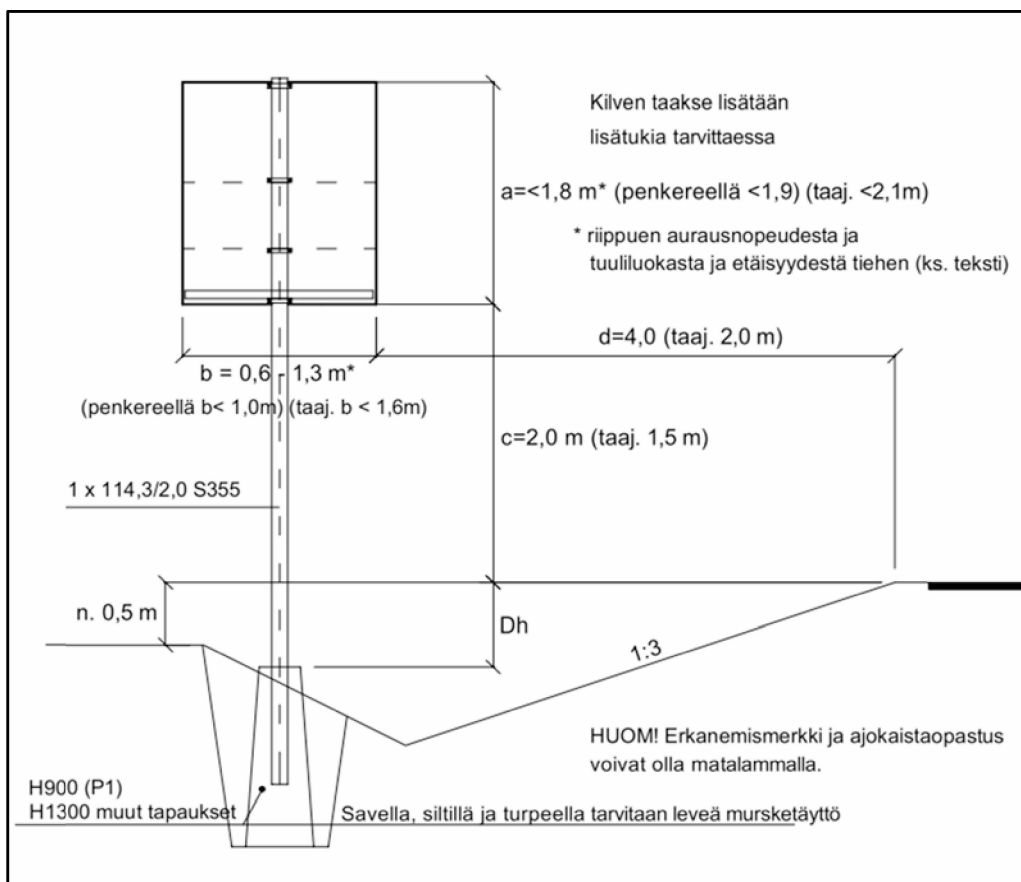


Kuva 21. Opastusmerkki kolmella 90/2 pylvällä, joka täyttää törmäysturvallisuusvaatimukset, kun kilven pinta-ala on  $< 4,9 \text{ m}^2$  ja alareunan korkeus vähintään 2,0 m ja kilpi irtoaa kiinnityksestään törmäyksessä eikä vaakatukia kiinnitetä pylväisiin.

Yhdellä 114/2 pylvällä voidaan toteuttaa esimerkiksi 0,6–1,3 m leveä ja enintään 1,8 m korkea opastusmerkki, jonka alareunan korkeus on 2 m ja etäisyys tien reunasta 4,0 m, kun aurasnopeus on 60 tai 50 km/h, tuuliluokka II ja maan pinta on enimmillään 0,5 m tien pintaa alempana.

Penkereellä 1,9 m korkean kilven leveys saa olla enintään 1 m, kun maan pinta on merkin kohdalla enimmillään 1,5 m tien pintaa alempana.

Taajamaolosuhteissa merkin leveys voi olla 1,6 m ja korkeus enintään 2,1 m molemmissa em. maastotilanteissa (kuva 22).



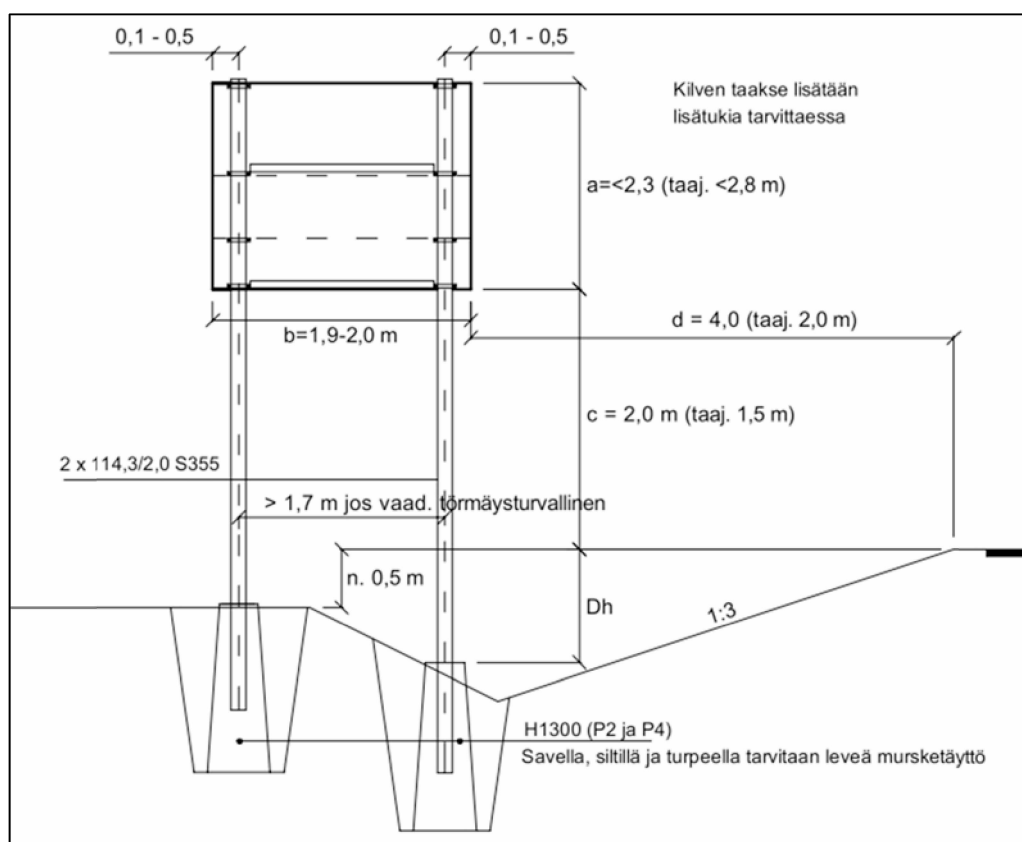
Kuva 22. Opastusmerkki yhdellä 114/2 pylvällä, joka täyttää törmäysturvallisuuden vaatimukset, kilven pinta-ala on  $< 1,5$  m<sup>2</sup> ja kilven korkeus tiestä on 2,0 m. Vaakatuki kiinnitetään pylvääseen niin, että kilpi ei pääse kiertymään.

**Liikennemerkkien rakenne ja pystytys, 18.6.2013**

Kahdella 114/2 pylväällä voidaan toteuttaa 1,9...2,1 m levyinen ja enintään 2,3 m kor-  
kuinen opastusmerkki, joka on n. 4 m päässä tien reunasta ja jonka alareunan korkeus  
on 2 m tien pinnasta kun aurasnopeus on 60 tai 50 km/h, tuulen maastoluokka II ja  
maan pinta on enimmillään 0,5 m tien pintaa alempana.

Penkereellä kilven korkeus saa olla enintään 1,4 m ja opastusmerkin tulee sijaita  
4,0 metrin päässä tien reunasta ja kilven alareunan tulee olla 2,0 m korkeammalla  
kuin tien pinta, kun maan pinta on merkin kohdalla enimmillään 1,5 m tien pintaa  
alempana.

Taajamaolosuhteissa voi 1-9 – 2,1 m leveän kilven korkeus olla 2,80 m kun merkki on  
2,0 m päässä tien reunasta ja kilpi 1,5 m tien pintaa korkeammalla ja tie on enintään  
0,5 m korkeammalla kuin maanpinta (kuva 23).

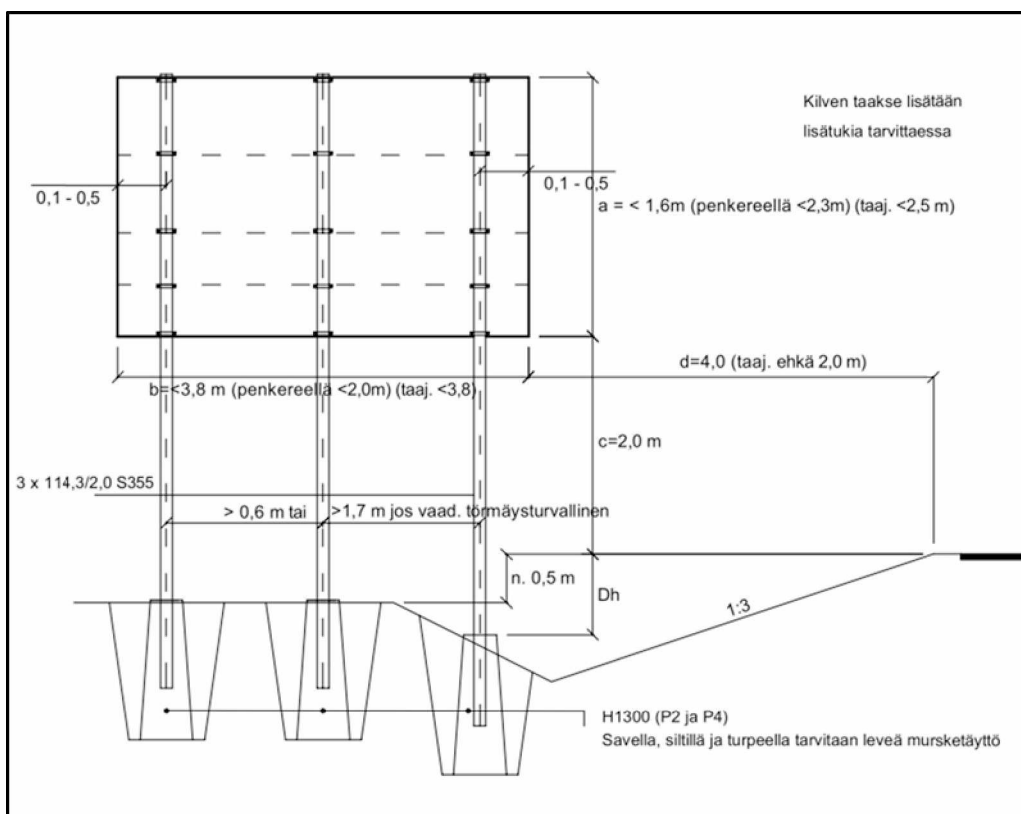


Kuva 23. Opastusmerkki kahdella 114/2 pylväällä täyttää törmäysturvallisuuden vaatimukset, kun kilven pinta-ala on  $< 4,0 \text{ m}^2$  ja kilven korkeus tiestä 2,0 m ja kun kilpi irttaa kiinnityksestään törmäyksessä eikä vaakatukia kiinnitetä pylväisiin.

Kolmella 114/2 pylvällä voidaan toteuttaa 3,8 m levyinen ja 1,6 metrin korkuinen opastusmerkki, joka on n. 4 m päässä tien reunasta ja jonka alareunan korkeus on 2 m tien pinnasta kun aurasnopeus on 60 tai 50 km/h, tuulen maastoluokka II ja maan pinta on enimmillään 0,5 m tien pintaa alempana.

Penkereellä 2,0 m leveän kilven korkeus saa olla enintään 2,3 m ja opastusmerkin tulee sijaita 4,0 m tien reunasta ja merkin alareunan 2,0 m tien pintaa korkeammalla, kun maan pinta on merkin kohdalla enimmillään 1,5 m tien pintaa alempana.

Taajamaolosuhteissa voi kilven korkeus olla 2,5 m ja leveys 3,8 kun merkki on 2,0 m:n päässä tien reunasta ja kilven alareuna 1,5 tien pintaa ylempänä ja tie on enintään 0,5 m korkeammalla kuin maanpinta (kuva 24).



Kuva 24. Opastusmerkki kolmella tai useammalla 114/2 pylvällä. Ratkaisu ei ole törmäysturvallinen, jos pylväsväli on  $< 1,7$  m k/k.

Edellä esitetyt esimerkit ovat suuntaa antavia ja koskevat vain esimerkkiolosuhteita. Mitoitus on aina syytä tehdä Optalla, jonka tuottamalla taulukolla on helppo osoittaa mitoituksen riittävyys kohteen erilaisilla luiskakaltevuuksilla erilaisille merkeille. On huomattava, että 1,4..1,8 m levyisten opastusmerkkien toteuttaminen törmäysturvallisesti ei onnistu yhdellä eikä kahdella 90/2 ja 114/2 pylvällä.

Isot yli 5...18 m<sup>2</sup>:n opastusmerkit

Isot opastusmerkit mitoitetaan Optalla tai muulla tieviranomaisen hyväksymällä menetelmällä. Suuremmissa opastusmerkeissä vakiopylväät eivät yleensä riitä, kun vaaditaan törmäysturvallisuus. Niiden sijaan käytetään yhtä tai kahta momenttikestävyydeltään vahvempaa pylvästä, jonka törmäysturvallisuus on osoitettu törmäyskokeilla. Jos törmäyskokeessa auto ei ole osunut yhtä aikaa kahteen pylvääseen, pylväiden välissä on oltava vähintään 1,6 m levyinen aukko (>1,7 m k/k), eikä pohjamateriaali tai sen vaakatuki saa sitoa pylväitä toisiinsa jäykemmin kuin törmäyskokeessa. Näitä rakenteita saa käyttää myös pienemmissä opastusmerkeissä, kun ulkonäön yhtenäisyyttä tiejaksolla noudatetaan.

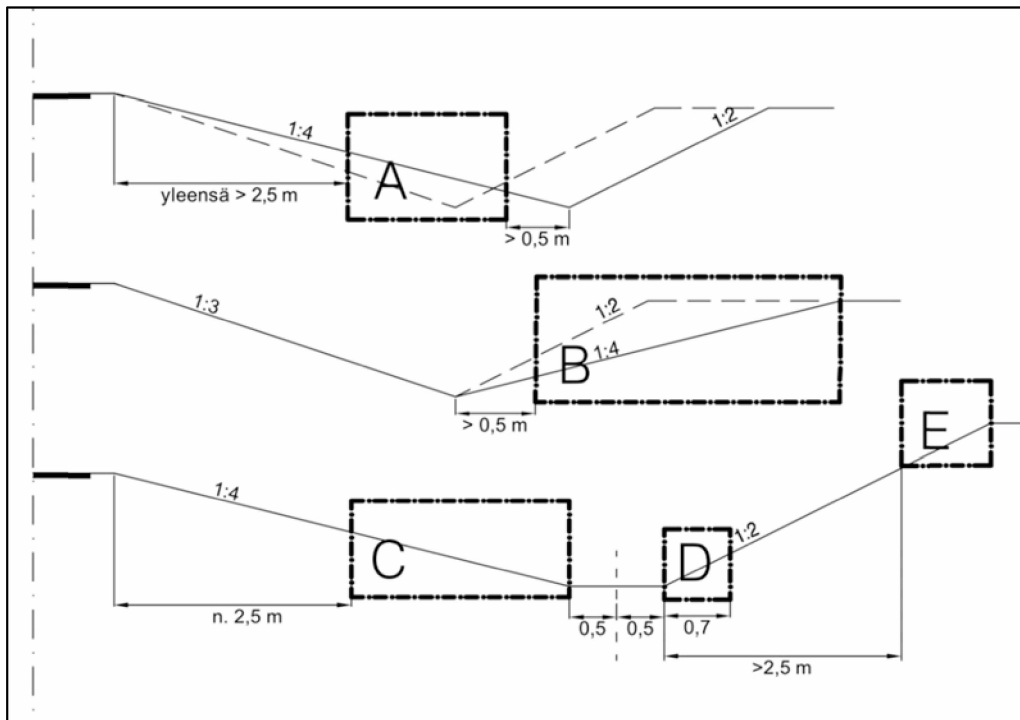
Jos osa suuremmista opastusmerkeistä sijoitetaan niin, että pylvään ei tarvitse olla törmäysturvallinen, pylvään on silti oltava ilmeeltään samanlainen kuin törmäysturvallisissa samankokoisissa opastusmerkeissä.

Törmäysturvalliset rakenteet perustuvat yleensä johonkin seuraavista:

- jäykkä putki, jossa on liukulaippa
- ohutseinämäputki, joka taipuu ensin ja repeää sitten jalustasta
- ristikko, jossa on liukulaippa ja sen yläpuolella jäykisteet, jotta törmäävä auto saa liukulaipan laukeamaan eikä vain ristikkoa taipumaan
- ristikko, joka taipuu ensin ja repeä sitten jalustasta.

Liukulaipan toimivuus yleensä paranee, kun merkin korkeus kasvaa.

Liukulaippa ei toimi kunnolla jyrkässä sisäluiskassa, koska auto voi törmätä liian korkealle liukulaippaan nähden. Ulkoluiskassa auto voi törmätä liukulaipan alapuolelle, jos ojan pohja on terävä. Loivankin ojan pohjan takana auton puskuri osuu herkästi maahan 0,7...2,5 m etäisyydellä ulkoluiskan alareunasta. Näistä syistä liukulaipallinen pylväs sijoitetaan kuvan 25 mukaisesti.



Kuva 25. Liukulaipallinen opastusmerkki voidaan sijoittaa 1:4 sisäluiskaan (A ja C) tai 1:4 ulkoluiskaan (B) tai 1 m levyisen ojan pohjan jälkeen 1:2 ulkoluiskaan. Ulkoluiskassa sijainti on joko alle 0,7 m etäisyydelle (D) tai vähintään 2,5 m etäisyydelle (E) ulkoluiskan alareunasta. Merkkiä ei kuitenkaan yleensä sijoiteta alle 2,5 m etäisyydelle tien reunasta eikä alle 0,5 m etäisyydelle ojan pohjan keskilinjasta. Katkoviivalla merkityt luiskat on loivennettava (A ja B), jolloin loivempi luiska alkaa tulosuunnissa vähintään 5 m ennen merkkiä.

#### 4.3.5 Pylväiden valinta, kun törmäysturvallisuutta ei vaadita

Kun ei vaadita törmäysturvallisia opastusmerkkejä, voidaan perustyyppin pienissä opastusmerkeissä käyttää useita 90/2 tai 114/2 pylväitä. Pylväät ja jalustat mitoitetaan Optalla tai ne valitaan kuvien 18–24 avulla. Taajamissa tulevat kysymykseen myös 60/2 pylväät. 114/2 pylväät voivat olla lähempänä kuin k/k 1,7 m ja 90/2 pylväät lähempänä kuin k/k 0,8 m toisiaan, mutta ulkonäön ja asennustyön vuoksi kuitenkin enintään k/k 0,6 m etäisyydellä toisistaan. Optalla mitoitettaessa voidaan tarvittaessa käyttää neljä- tai viisipylväisiäkin ratkaisuja, jos taulujen koko sitä edellyttää. Pylväitä ei kuitenkaan pidä sijoittaa lähemmäs kuin 0,6 m k/k.

Järeämmät pylväät, ristikot tai erilaiset profiilipylväät tai muut pystytysratkaisut, joiden törmäysturvallisuus perustuu liukulaipan käyttöön, voidaan asentaa ilman liukulaippaa. Pylväiden valinta tehdään Optalla ilman törmäysturvallisuusvaatimusta.



## 4.4 Kuormat

### 4.4.1 Kuormituskestävyyden arviointi ja pylväiden luokitus

Opastusmerkkien pylväiden valmistaja selvittää laskelmin tai koekuormituksin pylväidensä kuormituskestävyyden ja tulokset ilmoitetaan SFS-EN 12899-1 mukaisessa CE-merkissä tai sertifikaatissa. Vaadittavat ominaisuustiedot ovat:

- taivutuskestävyys  $M_u$  (kNm)
- vääntökestävyys  $M_{vu}$  (kNm)
- taivutusjäykkyys  $EI$  (kNm<sup>2</sup>)
- vääntöjäykkyys  $GI_v$  (kN/m<sup>2</sup>)

Julkaisussa Tietoa Tiensuunnitteluun 69D ja Optassa on alustava yhteenveto eri tuotteiden ominaisuuksista. Näitä arvoja tarvitaan myös Optassa.

### 4.4.2 Kuormituskestävyyttä koskevat vaatimukset

Maanteiden opastusmerkkien mitoituksessa sovelletaan standardin SFS-EN 12899-1 mukaisia aerauskuormia, tuulikuormia, pistekuormia ja taipumaluokkia seuraavalla tavalla:

#### Aerauskuorma

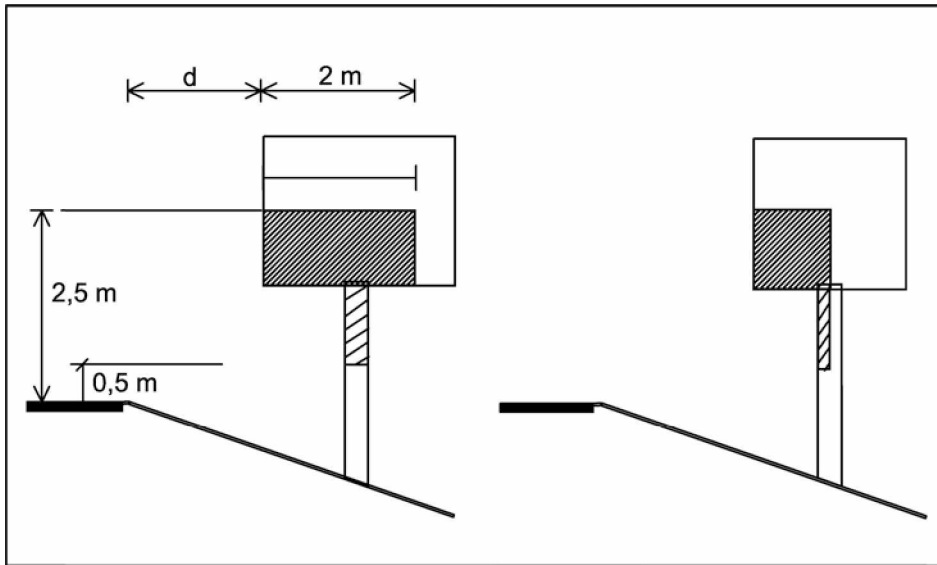
Aerauskuorma on esitetty kuvassa 26 ja taulukossa 3. Aerauskuorma kohdistuu opastusmerkkissä kerrallaan enintään 2 x 2 m:n alalle. Kestävyyttä arvioitaessa aerauskuorma sijoitetaan suurimman rasituksen antavaan kohtaan. Aerauskuorma ei vaikuta yhtä aikaa tuulen ja pistekuormien kanssa. Verrattaessa kuormia sallittuun jännitykseen tai momenttiin aerauskuormat kerrotaan kuorman osavarmuuskertoimella 1,35.

Mitoittava aerausnopeus ja kuorma valitaan taulukon 6 perusteella. Tilaajan tulisi määritellä aerausnopeus niille tieosuuksille joissa taulukon 3 tulkinta on epävarmaa (esim. eritasoliittymien rampit). Yksitukisissa rakenteissa on otettava huomioon myös toispuolinen kuorma, joka voi pyöryttää merkkiä. Voima kohdistuu kohtisuoraan kilpeä vastaan. Tällainen toispuoleinen aerauskuorma otetaan huomioon myös vakiomerkkien mitoituksessa. Verrattaessa kuormia sallittuun jännitykseen tai momenttiin aerauskuormat kerrotaan kuorman osavarmuuskertoimella 1,35.

Taulukko 3. Aerauskuormat

Etäisyys d (m) auratun alueen reunasta	Aerausnopeus 60 km/h (va- paassa maastos- sa)	Aerausnopeus 50 km/h (taajamien sisääntulotiet ja maantiet joilla 60 km/h tai alle tai yleisrajoituksen 80 km/h)	Aerausnopeus niin alhainen, että lumi ei osu kilpeen *)
0...3,4	4 kN/m <sup>2</sup>	2,5 kN/m <sup>2</sup>	0
3,5...4,9	3	1,5	0
5...5,9	2,5	0	0
6...6,9	1,5	0	0

\*) kevyen liikenteen väylät, 70 m ennen väistämisvelvollista liittymää tai kiertoliittymää ja taajamien sisäisillä katumaisilla väylillä ja tienpitäjän päätöksen mukaan mahdollisilla muilla teillä, laskelmissa käytetään aerausnopeutta 0 km/h näissä tapauksissa.



Kuva 26. Aurauskuorma kohdistuu enintään  $2 \times 2$  m alalle. Kuormitusalueen alareuna on 0,5 m ja yläreuna 2,5 m korkeudella tien pinnasta. Aurauskuorman sijoittaminen arvioitaessa eri kuormituskestävyyksiä (vasemmalla taivutuskestävyys ja oikealla vääntökestävyys).

### Tuulikuorma

Opastusmerkkien ja liikennemerkkien tuulikuorma lasketaan SFS-EN 12899-1 mukaan.

Pelkistetyssä tarkastelussa opastusmerkkien tuulikuormana voidaan pitää  $0,68 \text{ kN/m}^2$  johon sisältyy jo kuorman osavarmuuskerroin 1,35. Tämä vastaa maastoluokkaa II. Tuulen paine on 1,2-kertainen jos opastusmerkki sijoittuu erityisen tuuliselle alueelle, esimerkiksi avoimeen korkeaan maastoon tai meren rannalle (maastoluokka I). Sama koskee korkealle sijoitettavia merkkejä (esim. portaalit). Tuulikuorma voidaan määrittää myös Opta-ohjelmalla asettamalla aurauskuorman arvoksi 0 km/h.

Tuulikuorman epäkeskisyys on 0,1 kertaa opastustaulun tai vakiomerkin kilven leveys ja se otetaan huomioon vain, kun merkki pystytetään yhdellä pylväällä. Verrattaessa kuormia sallittuun jännitykseen tai momenttiin tuulikuormat kerrotaan kuorman osavarmuuskertoimella 1,35. Suomessa mitoittava tuulen nopeus on 21 m/s. Portaaaleissa opastusmerkin tuulikuorman epäkeskisyys on vähintään 0,1 kertaa merkin korkeus (ks. kohta 5.1).

### Pistekuormat

Pystykuormaa ei tarvitse ottaa huomioon opastusmerkeissä eikä vaakakuorma tule niissä yleensä mitoittavaksi. Yksipylväsratkaisuissa on kuitenkin tarkistettava mitoitus merkin kiertymisen estämiseksi. Pistekuormat koskevat pääosin vakiomerkkejä. Liikennemerkin pystytysrakenteen, kilven, kilven reunojen ja kiinnikkeiden on kestävä  $0,5 \text{ kN:n}$  pystysuuntainen pistekuorma, joka sijoittuu kilven ulkoreunaan sekä  $0,15 \text{ kN:n}$  vaakasuuntainen pistekuorma, joka niin ikään kohdistuu kilven ulkoreunaan kuvan 2 mukaan. Kuormien osavarmuuskertoimena käytetään 1,35. Pistekuormat eivät vaikuta samanaikaisesti eivätkä ne esiinny yhdessä tuuli- ja aurauskuorman kanssa. Pystysuuntaista kuormaa ei tarvitse ottaa huomioon pyöreissä eikä kärki ylöspäin

olevissa kolmion muotoisissa vakiomerkeissä.. Optan versio 3–2 ei ota huomioon pistekuormia. Pistekuormat otetaan yleensä huomioon vain pohjamateriaalin jäykkyyden ja kiinnityksen mitoituksessa.

### Sallitut taipumat

Tuulikuorma, aurauskuorma ja pistekuorma eivät saa aiheuttaa materiaalin sallittujen jännitysten ylittymistä eivätkä materiaalin kimmoisuuden ylittäviä tai yli 5 mm/m pysyviä muodonmuutoksia eikä tuulikuorma saa aiheuttaa rakenteen taipumisen vuoksi kilven yläreunaan ylisuurta siirtymää tai vääntymää. Kuormat ovat eriaikaisia. Pylvään ja pohjamateriaalin taipuma tarkastellaan erikseen. Pohjamateriaalin taipuma-vaatimukset eri kuormille on esitetty kohdassa 2.2.

Pylvään taipuma on pylvään yläpään siirtymä jaettuna pylvään korkeudella maan pinnasta. Se saa olla enintään 25 mm/1 m. Se vastaa standardin SFS-EN 12899-1 taipumaluokkaa TDB4. Myös luokat TDB0 – TDB3, joissa vaatimus on tiukempi, kelpaavat. Tuen osuus tuulikuormasta on yleensä 5...10 %.

Yhden pystytyspylvään tapauksessa epäkeskisen kuorman aiheuttama sallittu vääntymä on enintään 0,29 astetta/1 m. Se vastaa standardin SFS-EN 12899-1 vääntymäluokkaa TDT4. Myös luokat TDT0 – TDT3, joissa vaatimus on tiukempi, kelpaavat.

## 4.5 Jalustat

Törmäysturvallisia tukia käytettäessä jäykän jalustan tienpuoleinen reuna ei saa ulottua enempää kuin 100 mm luiskan yläpuolelle. Ulkoluiskassa vastaava raja on 150 mm, tarvittaessa luiskaa muotoillaan. Myös valmistajan mahdollisesti tiukempia asennusohjeita on noudatettava.

Paalumaisten perustusten geoteknisen mitoituksen perusteet on kuvattu ohjeessa **Sivukuormitetut pilariperustukset**, TIEH 2100006-01, jonka perusteella on laskettu myös edellä mainitut DL<sup>3</sup>-arvot. Pilariperustusohjeen kohdan 2.3 mukaisessa mitoituksessa käytetään viereisen paremman maalajiluokan maaparametreja. Opastusmerkeillä varmuuskerroin F on 1,35 (Opta sisältää myös varmuuskertoimet). Yleisimpien betonijalustojen (kuva 11 ja taulukko 2) sijasta voidaan käyttää muun kokoisia betonijalustoja tai esimerkiksi maahan lyötäviä tai kierrettäviä teräsjalustoja, joiden DL<sup>3</sup>-mitta on riittävä.

Poikkeavan tyyppisten betonijalustojen osalta on varmistettava, että jalustan yläosan rauditus täyttää törmäystestissä käytettyjen jalustojen ominaisuudet. Sen mukaan jalustan ylimmässä 150 mm osuudessa on enintään 6 kierrosta 6 mm terästä sekä pystyteräksinä enintään 4 kpl 8 mm harjaterästä, kun käytetään jalustaa johon mahtuu 114/2 tai 90/2 pylväs.

Opastusmerkkien betonijalustojen rakennetekninen mitoitus tehdään ohjeen **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** mukaisesti, kun pylvään halkaisija on suurempi kuin 120 mm. Jalustan tulee kestää murtumatta se taivutusmomentti, jonka siihen kiinnitettävä pylväs enimmillään kestää. Kun 114/2 pylvästä halutaan törmäysturvallinen, on otettava huomioon kohdassa 4.3.2 esitetty vaatimus jalustalle. Jalustat valmistetaan maakosteasta betonimassasta K40-2, rasitusluokat XC4, XF3, jolla saavutetaan riittävä pakkasenkestävyys.

## 4.6 Opastusmerkkien asentaminen

Opastusmerkkien asentaminen tapahtuu InfraRYL:n mukaan.

Jalustan ympäristäytöihin sovelletaan vakiomerkkien jalustojen yhteydessä (kohta 3.5) annettuja ohjeita mursketäytön käytöstä..

## 5 Portaalit

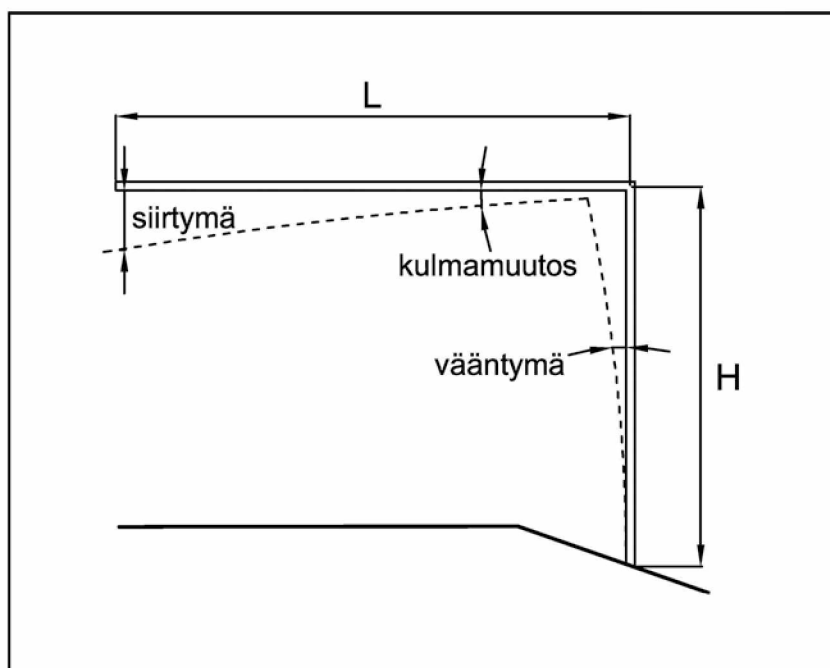
### 5.1 Portaalien mitoittaminen

Portaalina käytetään Liikenneviraston tyyppipiirustuksen mukaista rakennetta tai valmistajan omaa rakennetta, joka täyttää tässä luvussa asetetut laatuvaatimukset.

Käytettäessä Liikenneviraston tyyppipiirustusten mukaisia rakenteita, ne valitaan tyyppipiirustusten valintataulukon mukaisesti. Rakenteiden tuotannon aikaisessa laadunvalvonnassa noudatetaan SFS-EN 1090-1 toteutusluokan 2 mukaisia vaatimuksia ja SFS-EN 1090-1 mukainen hyväksymiselin tarkastaa valmistuksen menetelmän 3a mukaisesti. Hyväksymiselin voi hyväksyä tyyppipiirustuksen mukaisiin rakenteisiin vähäisiä muutoksia, kun mitoitus tarkastetaan menetelmän 3b mukaisesti.

Käytettäessä valmistajan itse suunnittelempia tuotteita, mitoitetaan ne tämän ohjeen vaatimusten mukaisesti. Rakenteiden tuotannon aikaisessa laadunvalvonnassa noudatetaan SFS-EN 1090-1 toteutusluokan 2 mukaisia vaatimuksia ja SFS-EN 1090-1 mukainen hyväksymiselin tarkastaa valmistuksen ja mitoituksen menetelmän 3b mukaisesti.

Portaalit mitoitetaan standardin SFS-EN 1991-2-4 Eurocode 1: Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat mukaan. Tuulikuorma lasketaan vertailutuulennopeuden 21 m/s mukaan, tavallisesti maastoluokassa II. Laskettaessa rakenteen kestävyyttä murtorajatilassa pysyvien kuormien osavarmuuskerroin on 1,2 ja muuttuvien 1,5. Uusi portaalit mitoitetaan aina 15 % suuremmalle tuulipinta-alalle kuin mitä suunnitelman mukaiset kilpimitoitukset edellyttävät. Käyttöraajatilassa tuuli saa aiheuttaa ulokeportaalin päähän pylvään ja orren taipuman vuoksi siirtymän, jonka suurin sallittu siirtymä on  $0,1 \times (H + L)$ , missä  $H + L$  on pylvään ja palkin yhteenlaskettu pituus ( $H$  = pylvään korkeus perustuksen yläreunasta palkin keskelle ja  $L$  = palkin pituus). Lisäksi pylvään vääntymä saa aiheuttaa  $1,150/m \times L$  kulmam muutoksen palkkiin (kuva 27). Siirtymät lasketaan 0,49-kertaista tuulenpainetta käyttäen.



Kuva 27. Ulokeportaalien palkin pään siirtymä ja kulmamuuutos

Tarkasteltaessa yksittäisen kilven kiinnitystä orteen, oletetaan, että tuulikuorman resultantin epäkeskisyyys on vähintään 0,1 kertaa merkin korkeus.

Korroosion ehkäisemiseksi ja kiinnityksiin sovelletaan kohtaa 2.2.4.

Ohjeessa "Tien poikkileikkauksen suunnittelu" on seuraava ohje portaaliin törmäymisen ehkäisystä:

"Portaalit suojataan yleensä kaiteella. Poikkeuksena on kapealle tai lyhyelle keskikorokkeelle sijoitettu portaali, jota on vaikea suojata kaiteella tehokkaasti. Kaide tulee kapealla korokkeella liian lähelle portaalista, jolloin kaide ei mahdu joustamaan. Kaiteesta tulee lyhyellä korokkeella yleensä niin lyhyt, että auto luistaa viisteestä kaiteen päällä pilaria päin. Lisäksi kaide estää lumen poiston korokkeelta, jolta sulanut vesi jäätyy ajoradalle kevätaamuisin.

Taulukko 6.4. Törmäyksen estäminen kapealle keskisaarekkeelle sijoitettuun portaaliin.

Nopeustaso	Vaaditaan, kun KVL > 6000 ajon/vrk	Vaaditaan, kun KVL 1500...6000	Suositellaan, kun KVL 1000...1500
≥ 100 km/h	A tai B ja C	A tai B	A tai B
80 (70) km/h	A tai B	A tai B	A tai B
60 km/h	A, B tai D	A,, B tai D	
≤ 50 km/h			

Kaiteen käytön sijaan keskisaarekkeella olevan portaalin tuen aiheuttamaa törmäysvaaraa vähennetään jollakin seuraavista keinoista:

- A. Käytetään koko tien yli ulottuvaa portaalia tai ulokeportaalia, jotta tuenta keskikorokkeella vältetään tai
- B. Sijoitetaan törmäysturvallinen energiaa vaimentava (HE) valaisinpylväs 10...20 m ennen portaalia katsottuna liittymään saapuvasta suunnasta. Tällöin valaistus parantaa portaalin merkkien näkymistä pimeällä.
- C. Sijoitetaan törmäysvaimennin portaalin eteen tai törmäysturvallinen energiaa vaimentava (HE) valaisinpylvään runko 10...20 m ennen portaalia katsottuna liittymästä poistuvasta suunnasta.
- D. Käytetään korokkeessa 300 mm korkuista viistereunatukea. Reunatuen korkeus kasvaa normaalista viistosti 300 mm:ksi 3 m matkalla, ja saavuttaa täyden korkeuden vähintään 20 m ennen portaalia kummastakin suunnasta katsottuna."

## 5.2 Portaalien sovittaminen tievalaistukseen

Tievalaistuksen ja portaalien keskinäinen sijainti esitetään yleensä liikenteen ohjaussuunnitelmassa. Jos muuta tietoa ei ole käytettävissä, noudatetaan jäljempänä olevia ohjeita.

Portaalin merkkejä ei normaalisti valaista, vaan käytetään luokan R3 kalvoa.

Liikennemerkkit ja yläpuoliset opasteet tulee sijoittaa siten, että valaistulla tiellä kuljettaja havaitsee ne nopeasti ja voi lukea ne yksikäsitteisesti.

Valaistavalla tiellä tievalaisimet ja portaalit tulee sijoittaa toisiinsa nähden liikenteen ohjausperiaatteiden sallimissa rajoissa siten, että valaisin ei häikäise portaalin merkien takaa ja että valaisimen valo edistää opastusmerkin näkymistä.

Valaisimen ja valaisinpylvään sijoittamisesta katselusuunnassa portaalin eteen on kaksi etua:

- valaisimesta tuleva hajavalo parantaa merkkien näkymistä
- portaalin eteen sijoitettu energiaa vaimentava (HE) valaisinpylväs vähentää mahdollisuutta törmätä keskikorokkeella olevaan portaalin jäykkään pylvääseen.

Portaali opastusmerkkeineen voidaan sijoittaa valaisinpylvään taakse taulukon 4 mukaiselle alueelle.

*Taulukko 4. Yläpuolisten opasteiden suositeltavin etäisyys valaisinpylvästä*

Poikkileikkaus	Asennuskorkeus / lampun teho	Yläpuoliset opasteet, suositeltava sijainti
10/7, rampit	10/150	6 - 12 m valaisimen takana
2x11,75/7,5 + 6,5	15/250	5 - 20 m valaisimen takana
2x11,75/7,5 + 6,5	12/250	4 - 15 m valaisimen takana

Taulukon 4 mukaisesti portaalin eteen keskisaarekkeelle sijoitettu törmäysturvallinen energiaa vaimentava pylväk (HE-luokka) suojaa myös keskisaarekkeella olevaa portaalin pylvästä törmäyksiltä.

Yläpuolista opastetta ei saa sijoittaa valaisinpylvään etupuolelle taulukon 5 mukaiselle etäisyydelle. Sovittamistilanteissa portaalia siirretään.

*Taulukko 5. Yläpuolisten opasteiden vältettävä sijainti valaisinpylvästä.*

Poikkileikkaus	Asennuskorkeus / lampun teho	Yläpuoliset opasteet, vältettävä sijainti
10/7, rampit	10/150	0–10 m valaisimen edessä
2x11,75/7,5 + 6,5	15/250	0–17 m valaisimen edessä
2x11,75/7,5 + 6,5	12/250	0–10 m valaisimen edessä

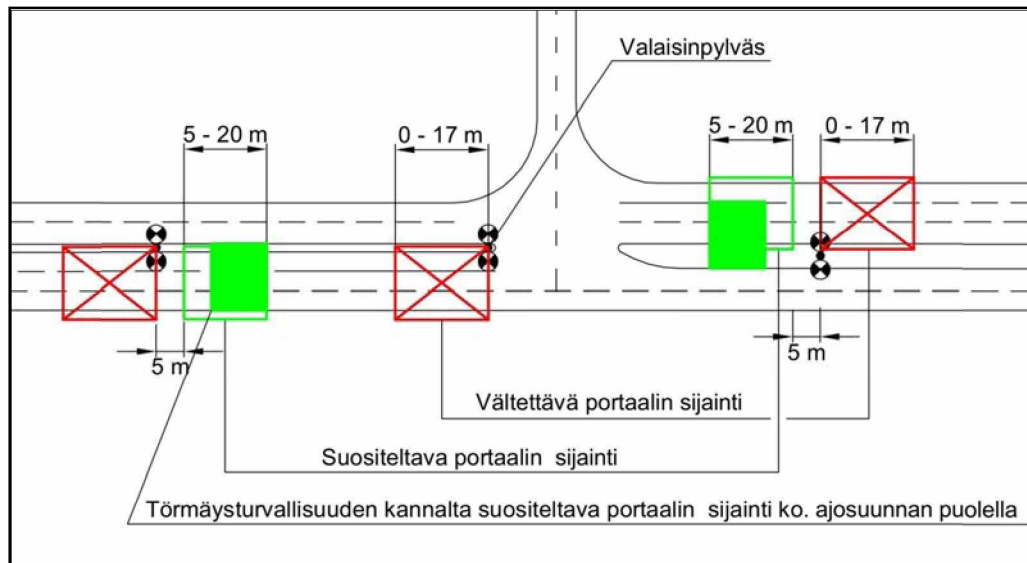
Valaistavalla tiellä tievalaisimet ja portaalit tulee sijoittaa toisiinsa nähden kuvan 28 mukaisesti liikenteen ohjausperiaatteiden sallimissa rajoissa. Kuvassa on edullisin sijainti törmäysturvallisuuden kannalta. Siitä näkökulmasta portaalit sijoittuu useimmiten toisen ajosuunnan kannalta epäedullisesti. Suojaustoimenpiteet valitaan silloin kohdan 5.1 taulukon 6.4 mukaan.

Portaali ja tievalaisin voidaan yhdistää samaan rakenteeseen taajama-alueella tai kun nopeusrajoitus on 50 km/h tai alhaisempi. Yhdistelmä rakenteessa kilven luettavuus edellyttää kuitenkin aina sitä, että portaalin opastusmerkit valaistaan erillisillä liikennemerkkivalaisimilla.

Yhdistelmä rakennetta ei käytetä ylikorkeiden kuljetusten reiteillä, kun valaistuksen asennuskorkeus on alle 12 m.

Tunneliin sijoitettavat ajoradan yläpuoliset opastusmerkit on aina valaistava, jotta merkkien luettavuus säilyy. Suljettujen valaisimien kotelointiluokka on oltava IP66.



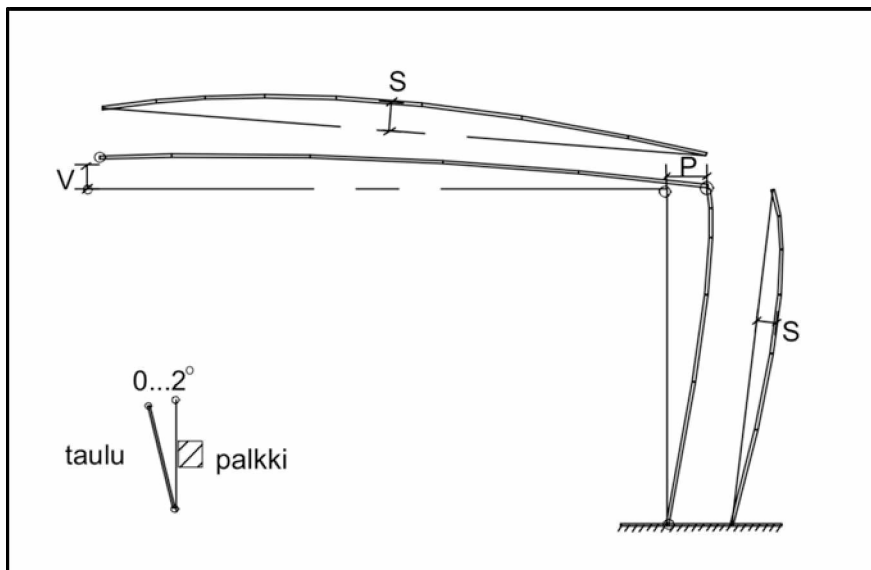


Kuva 28. Portaalin lukemisen kannalta portaali pitäisi sijoittaa 5...25 m (enintään 1,3 m kertaa valaituksen asennuskorkeus) keskikorokkeelle tai reunaan sijoitetun valaisinpylvään jälkeen. Huonoin sijainti on 0...17 m ennen valaisinpylvästä. Törmäysturvallisuuden kannalta portaali pitäisi sijoittaa ajosuunnassa 10...20 m keskikorokkeelle sijoitetun valaisinpylvään jälkeen. Valaisinpylväs voi yleensä suojata vain toista ajosuuntaa, jolloin toinen suunta suojataan kohdan 5.1 mukaan.

## 5.3 Portaalien sallitut toleranssit

Pystytetyn portaalin osien sallitut suoruuspoikkeamat (ulkonäkösyistä) ilman tuulikuormaa kilvet asennettuna ovat

- pylvään sallittu poikkeama pystysuorasta (p)  $-0,0...+0,02 \times H$ , missä positiivinen poikkeama on tieltä poispäin ja H pylvään pituus
- palkin siirtymä vaakasuorasta (v) ulokeportaalissa  $-0,0...+0,04 \times L$ , missä positiivinen poikkeama on ylöspäin, ja kehäportaalissa  $-0,02...+0,02 \times L$
- pylvään suoruuspoikkeama (s)  $0,02 \times H$
- palkin suoruuspoikkeama (s)  $0,04 \times L$ , missä L on palkin pituus
- kilvet asennetaan pystysuoraan tai  $0...2$  astetta alaviistoon (pienikuva oikeassa alareunassa).



Kuva 29. Pystytetyn portaalin osien sallitut toleranssit.

Pystysuoruusvaatimukset hoidetaan asennusvaiheessa säätämällä rakenne pystysuoraksi. Rakennneosien suoruus hoidetaan mitoituslaskelmia tehtäessä ja konepajalla ottamalla rakenteiden oman painon aiheuttama taipuma huomioon.

## 6 Liikennemerkkien hankinta

### 6.1 Valmistuksen laadunvalvonta

Tyyppihyväksyntä ja laadunvalvonta on määritelty standardissa SFS-EN 12899-1. Poikkeuksena ovat luokan 3 kalvot, jotka eivät sisälly standardiin.

Standardin SFS-EN 12899-1 mukaisten sertifikaattien antamiseen hyväksytty hyväksymiselin arvioi kalvon ominaisuudet ja antaa kalvovalmistajalle luvan CE-merkin käyttöön. CE-merkissä ilmoitetaan kalvon luokka ja mahdollisesti, millä alueella säänkestävyyskoe on tehty, vai onko käytetty laboratoriovanhennusta.

Hyväksymiselin arvioi myös merkkivalmistajan tuotantolaitoksen, tuotantotavan ja laadunvalvonnan ja antaa luvan CE-merkin käyttöön. Merkkivalmistaja voi hyödyntää kalvovalmistajan kalvotestien tulokset, jos noudattaa kalvovalmistajan käyttöohjeita kiinnittäessään kalvon pohjamateriaaliin. CE-merkissä ilmoitetaan kalvon luokka, pohjamateriaalin taipuma eri kiinnitystavoilla ja käytetäänkö etupinnan läpäiseviä kiinnityksiä.

Hyväksymiselin arvioi myös pylväsvalmistajien tuotteet ja laadunvalvonnan ja antaa luvan CE-merkin käyttöön. Vakiomerkin pylvään CE-merkissä esitetään putken halkaisija ja ainepaksuus, teräslaatu ja sinkin paksuus. Opastusmerkin CE-merkissä esitetään  $M_u$  = taivutusmomenttikestävyys,  $M_{vu}$  = vääntömomenttikestävyys,  $EI$  = Taivutusjäykkyys ja  $GI_v$  = vääntöjäykkyys. Tietoa tiensuunnitteluun 69C:ssä (tai uudemmassa) esitettyä arvoja voidaan käyttää, kunnes valmistaja on saanut CE-merkin. Liikennevirasto poistaa em. julkaisusta aikanaan niiden tuotteiden tiedot, joille ei myönnetä CE-merkkiä.

### 6.2 Hankekohtaiset laatuvaatimukset

Tämä julkaisu riittää yleensä laatuvaatimukseksi yhdessä liikenteen ohjaussuunnitelman kanssa. Laatutasoa voidaan kuitenkin täydentää seuraavilla asioilla:

1. Opastustaulujen tukien ja portaalien ulkonäkövaatimukset: Vaaditaanko ristikkorakenne tai maksetaanko maisemallisesti arvokkailla paikoilla normaalia siistemmistä tukirakenteista bonus?
2. Sallittujen pystysuoruus- ym. poikkeamien lievistä ylityksistä, kalvon lievästä naarmuuntumisesta jne. voidaan määrätä arvovähennys.
3. Perustusten suorassa pysyminen takuu-ajan puitteissa (voidaan varmistetaan esim. osoittamalla edellytettävän säätövaran riittävyys).

## 6.3 Urakkamuotojen eroja

### 6.3.1 ST -urakka (Suunnittelu ja toteutus)

Kun hankintaan kuuluu sekä liikennemerkkien suunnittelu että rakentaminen (ST-urakka), noudatetaan tavallisesti seuraavaa vaiheistusta:

**Tienpitäjä** kuvaa laitteiden sijainnin ja toiminnalliset vaatimukset, mahdolliset ulkonäkövaatimukset sekä tuotteen valinnan kannalta välttämättömät lisätiedot, joilla täydennetään tämän julkaisun vaatimuksia. Yleensä nämä tiedot ilmenevät liikenteen ohjaussuunnitelmasta tai hankekohtaisista tuotevaatimuksista. Näiden tietojen perusteella pyydetään tarjous. Tarjouspyynnössä on määrättävä, esitetäänkö ratkaisut tilaajalle heti tarjousvaiheessa vai vasta myöhemmin. Tuotevaatimuksissa voidaan viitata tähän julkaisuun.

**Toteuttaja** (Pääurakoitsija) valitsee materiaalit ja mitoittaa rakenteet toiminnallisten vaatimusten mukaisesti. Apuna voidaan käyttää pystytysrakenteiden mitoituksessa käytettävää opta.xls-ohjelmaa (versio 3.2 tai uudempi), jonka avulla voidaan laatia myös asennustyössä tarvittavia opastusmerkkikohtaisia periaatepiirustuksia ja opastusmerkkiluetteloita. Ne voidaan liittää aliurakoitsijalle lähetettävään tarjouspyyntöön.

**Toteuttajalla** on mahdollisuus ja velvollisuus tarkentaa liikennemerkkien sijaintia varsinkin sivusuunnassa siten, että esim. näkemävaatimukset toteutuvat tai ettei merkkejä sijoiteta ojan pohjaan. Tien pituussuunnassa merkit sijoitetaan Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä -ohjeen mukaan. Pituussuuntaisten siirtojen avulla opastusmerkit voidaan sijoittaa törmäysturvalliseen paikkaan. Tilaaajalle varataan mahdollisuus sijaintien tarkistamiseen.

Toteutuksen jälkeen laaditaan toteutumaluettelo, joka luovutetaan tilaajalle. Se voi sisältää esim. päivitetyn Opta-luettelon, portaalien päivitettyt yleispiirustukset ja opastusmerkkien toteutuneet mitoituspiirustukset. Oleellista on opastusmerkkien lopullisen sijainnin dokumentointi. Tilaaaja käyttää tietoja hoidon urakoinnissa.

Jos urakan takuu-aika on vähintään 5 vuotta vakioliikennemerkkien pystyttämisestä, tuotevaatimuksessa voidaan ilmoittaa, että kohdan 3.3...3.4 (pylväät ja perustukset) vaatimukset voidaan osittain korvata pylväiden suoruutta koskevilla seurantaan perustuvilla vaatimuksilla.

### 6.3.2 Perinteinen urakka

Perinteistä suunnittelukäytäntöä, jossa tilaaja on teettänyt rakennussuunnitelman, noudatetaan edelleen tyypillisesti pienemmissä hankinnoissa. Tällöin urakkatarjoukset pyydetään valmiiden rakennussuunnitelmien ja määräluetteloiden pohjalta, jolloin tuote ja mitoitus määritellään jo tilaajan suunnitelmassa. Jos asennustyön yhteydessä on tarvetta poiketa laaditusta ja hyväksytystä suunnitelmasta, on muutokselle hankittava tilaajan (tai suunnittelijan) hyväksyntä.

### 6.3.3 Hoitourakka

Hoitourakoissa liikennemerkkit ja opastusmerkit kuuluvat sekä talvihoitoon että liikenneympäristön hoitoon. Työhön kuuluu nykyisten liikennemerkkien ja opastusmerkkien pitäminen kunnossa (mm. puhdistaminen talvella, oikominen, korjaaminen) ja uusiminen, jos merkkien kunto alittaa määrätyn kuntoluokan tai jos ne vaurioituvat kunnossapidon tai liikenneonnettomuuksien yhteydessä. Lisäksi siihen liittyy tarvittaessa määrättyjen merkkien ajoittainen peittäminen/poisto ja esille asettaminen/pystytys. Hoidon laatuvaatimukset on määritelty Hoidon ja ylläpidon tuotekorteissa (uusin Liikennevirasto 18.1.2010) ja toimintalinjoissa.

Tavallisesti urakoitsija valitsee materiaalit ja mitoittaa rakenteet toiminnallisten vaatimusten mukaisesti paikallisen käytännön mukaan varaosahuollon vuoksi.

Yksittäisten merkkien uusiminen voidaan tilata suoraan urakoitsijalta ilman erityistä suunnitelmaa. Ennen uuden vastaavan merkin tilaamista urakoitsijan on oltava tilaajaan yhteydessä kohteen opastuksen mahdollisten muutosten ottamiseksi huomioon.

Jos urakan takuu-aika on vähintään 5 vuotta vakioliikennemerkkien pystyttämisestä, tuotevaatimuksessa voidaan ilmoittaa, että kohdan 3.3...3.4 (pylväät ja perustukset) vaatimukset voidaan osittain korvata pylväiden suoruutta koskevilla seurantaan perustuvilla vaatimuksilla.



## Kalvojen paluuheijastavuuden arvot kalvoluokittain

(Taulukot 1 ja 2 ovat standardin SFS-EN 12899-1, 2008 mukaiset)

Lasihelmiteknologiaan perustuvan paluuheijastavan materiaalin minimipaluuheijastavuuskerroin ( $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ), kun se on mitattu julkaisussa CIE 54.2 määritellyn menettelyn mukaisesti käyttäen CIE-standardivalolähdettä A, ei saa alittaa luokasta riippuen taulukossa 1, 2 tai 3 esitettyjä arvoja.

Kaikkien painettujen värien paitsi valkoisen paluuheijastavuuskerroin ei saa luokan R1 liikennemerkkeissä olla alle 70 % taulukossa 1 esitettyjen arvojen ja vastaavasti luokan R2 liikennemerkkeissä alle 70 % taulukossa 2 esitettyjen arvojen ja vastaavasti luokan R3 liikennemerkkeissä alle 70 % taulukossa 3 esitettyjen arvojen.

Taulukko 1. Kalvon R1 paluuheijastavuuskerroin.

Mittausgeometria		cd/(lux*m <sup>2</sup> )						
$\alpha$	$\beta_1$ ( $\beta_2 = 0$ )	Valkoi- nen	Keltai- nen	Punai- nen	Vihreä	Sininen	Rus- kea	Oranssi
0,33 °	5 °	50	35	10	7	2	0,6	20
	30 °	24	16	4	3	1	0,2	8
	40 °	9	6	1,8	1,2	#	#	2,2

# tarkoittaa "arvo on suurempi kuin nolla, mutta ei merkityksellinen tai käyttökelpoinen".

Taulukko 2. Kalvon R2 paluuheijastavuuskerroin.

Mittausgeometria		cd/(lux*m <sup>2</sup> )						
$\alpha$	$\beta_1$ ( $\beta_2 = 0$ )	Valkoi- nen	Keltai- nen	Punai- nen	Vihreä	Sininen	Ruskea	Oranssi
0,33 °	5 °	180	120	25	21	14	8	65
	30 °	100	70	14	12	8	5	40
	40 °	95	60	13	11	7	3	20

# tarkoittaa "arvo on suurempi kuin nolla, mutta ei merkityksellinen tai käyttökelpoinen".

Taulukko 3. Kalvon R3 paluuheijastavuuskerroin.

Mittausgeometria		cd/(lux*m <sup>2</sup> )						
$\alpha$	$\beta_1$ ( $\beta_2 = 0$ )	Valkoi- nen	Keltai- nen	Punai- nen	Vihreä	Sininen	Ruskea	Oranssi
0,33 °	5 °	300	195	60	30	19		150
	30 °	165	110	33	17	11		83
	40 °							

tyhjien kenttien osalta tiedot puuttuvat





## Pylvään ja perustuksen mitoitusaulukot

Mitoitus-esimerkit on laskettu Opta-ohjelmalla (versio 3.1). Laskennassa on käytetty seuraavia lähtöarvoja:

- vakiomerkin korkeus ja leveys 0,6 m, lisäkilpiä ei ole otettu huomioon, pinta-ala on tällöin 0,36 m<sup>2</sup>, todelliset pinta-alat ovat 0,32–0,35 m<sup>2</sup> + lisäkilvet
- merkin korkeus tienpinnasta on ollut taajaman osalta (taulukko 1) 2,3 m ja muuten 2,5 m, ettei aurauskuorma tulisi mitoittavaksi
- merkin kilven etureunan etäisyys tien reunasta on ollut 1,0 m, jolloin pylvään etäisyys tien reunasta on n. 1,3 m. (piennarleveydellä ei ole vaikutusta tuloksiin)
- kuormien osavarmuuskertoimena on 1,35 sekä tuulella (21 m/s) että aurauksella (sisältyy Optaan)
- muut tiedot ilmenevät jäljempänä olevista taulukoista ja kuvista
- perustusten ympärillä maaperä on joko luokan P2 tai P4 mukainen (P2 = tiivis murske ja louhe, P4 = hiekka, silttinen hiekkamoreeni tai hiekkamoreeni).

Betonisilla perustuselementeillä saavutettava DL<sup>3</sup>-arvo ja eri pylväiden kestävät taivutusmomenttien arvot ovat seuraavat (laskelmassa tehollinen L-mitta on H - 50 mm, ks. ohjeen taulukko 3):

jalusta	DL <sup>3</sup> -arvo	pylväs mm	M <sub>d</sub> kNm
H500	0,016 m <sup>4</sup>	S355 60/2	1,83
H700	0,051 m <sup>4</sup>	S355 90/2	4,12
H900	0,175 m <sup>4</sup>	S355 114/2	6,91
H1300	0,771 m <sup>4</sup>		

**Huom.** Jos taulukoissa 2 ja 3 olisi liikennemerkkin korkeus 2,3 m, tulisi aurauskuorma mitoittavaksi ja se vaatisi taulukossa 3 kaikissa tapauksissa 90/2 mm:n pylvään ja H900 perustuksen. Lisäksi pehmeällä maaperällä jalustan H900 DL<sup>3</sup>-arvo ylittyy ja pitäisi käyttää jalustaa H1300. Taulukossa 2 riittäisi 60/2 mm:n putki, mutta aina pehmeällä maalla pitäisi käyttää H900 jalustaa eli **aurausnopeuden 50 km/h ja 60 km/h teillä ei merkkiä saa jättää niin alas, että aurauskuorma ulottuu siihen.**

Taulukoiden 1...3 perusteella nähdään tarkemmin eri olosuhteissa tarvittavan betoni-jalustan tai pylvään koko. Niistä saadaan myös muiden perustamistapojen edellyttämä perustuksen koko.

**Taulukko 1.** *Liikennemerkin pylvään ja jalustan koko taajamateillä ja väistämisvelvollisissa liittymissä, kun aurauslumi ei osu liikennemerkkeihin. Tuulikuorma on maastoluokan 3 mukainen. Taulukko koskee tapausta, jossa alimman merkin alareunan korkeus on 2,2...2,4 m tien tai jalkakäytävän pinnasta. Vaihteluväliä pienempi korkeus antaa pienemmän momentin ja jalustan koon.*

Merkki- en lu- kumäärä	Luiska	Mitoittava momentti $M_d$ pylvään tyves- sä, tuuli määräävä- nä	Vaadittava pylvään koko	Vaadittava jalustan $DL^3$ - mitta ( $m^4$ ) ja esimerkkijalusta	
				Tiivis murske	SiMr, löyhä Hk
1	tasa- maa	0,6 kNm	60/2 mm	0,020 (H700) <sup>1)</sup>	0,040 (H700)
1	1:3	0,7 kNm	60/2 mm	0,024 (H700)	0,048 (H700)
2	tasa- maa	1,3 kNm	60/2 mm	0,041 (H700)	0,082 (H900)
2	1:3	1,5 kNm	60/2 mm	0,048 (H700)	0,095 (H900)

1) Päälystetyllä alueella (esim. jalkakäytävä tai keskisaareke)  $DL^3$ -vaatimus 70 % pienempi, joten riittäisi myös H500-jalusta, jos on vain yksi liikennemerkki

Nähdään, että betonijalustaksi riittää H700 ( $DL^3 < 0,051 m^4$ ) useimmissa tapauksissa, mutta kahdella merkillä pehmeällä maaperällä tarvitaan H900-jalusta ( $DL^3 < 0,175 m^4$ ).

Pylvääksi riittää aina S355 60/2 mm (pylväs kestää momentin  $M_u = 1,83 \text{ kNm}$ ).

**Taulukko 2.** *Liikennemerkin pylvään ja jalustan koko taajamien sisääntuloteillä ja yleisrajoituksen (80km/h) teillä, joilla aurauslumi osuu merkkiin ja aurasnopeudeksi oletetaan 50 km/h. Tuulikuorma on maastoluokan 3 mukainen. Taulukko koskee tapausta, jossa merkin alareunan korkeus on 2,5 m tien pinnasta. Vaihteluväliä pienempi korkeus antaa suuremman momentin ja jalustan koon, koska auraus alkaa tulla mitoittavaksi.*

Merkkien lukumää- rä	Luiska	Mitoittava momentti $M_d$ pylvään tyves- sä, tuuli määräävä- nä	Vaadittava pylvään koko	Vaadittava jalustan $DL^3$ - mitta ( $m^4$ ) ja esimerkkijalusta	
				Tiivis murske	SiMr, löyhä Hk
1	tasa- maa	0,7 kNm	60/2 mm	0,022 (H700) <sup>1)</sup>	0,043 (H700)
1	1:3	0,8 kNm	60/2 mm	0,026 (H700)	0,051 (H700)
2	tasa- maa	1,4 kNm	60/2 mm	0,044 (H700)	0,088 (H900)
2	1:3	1,6 kNm	60/2 mm	0,051 (H700)	0,102 (H900)

1) Päälystetyllä alueella (esim. jalkakäytävä tai keskisaareke)  $DL^3$ -vaatimus 70 % pienempi, joten riittää H500-jalusta, jos on vain yksi liikennemerkki

Nähdään, että betonijalustaksi tiiviillä murskeella riittää aina H700 ( $DL^3 < 0,051 m^4$ ) ja samoin pehmeällä maaperällä, kun on yksi vakio-merkki. Pehmeällä maaperällä kahden vakio-merkin tapauksessa tarvitaan H900 ( $DL^3 < 0,175 m^4$ ).

Pylvääksi riittää kaikissa tapauksissa S355 60/2 mm (pylväs kestää momentin  $M_u = 1,83 \text{ kNm}$ ).

**Liikennemerkkien rakenne ja pystytys, 18.6.2013**

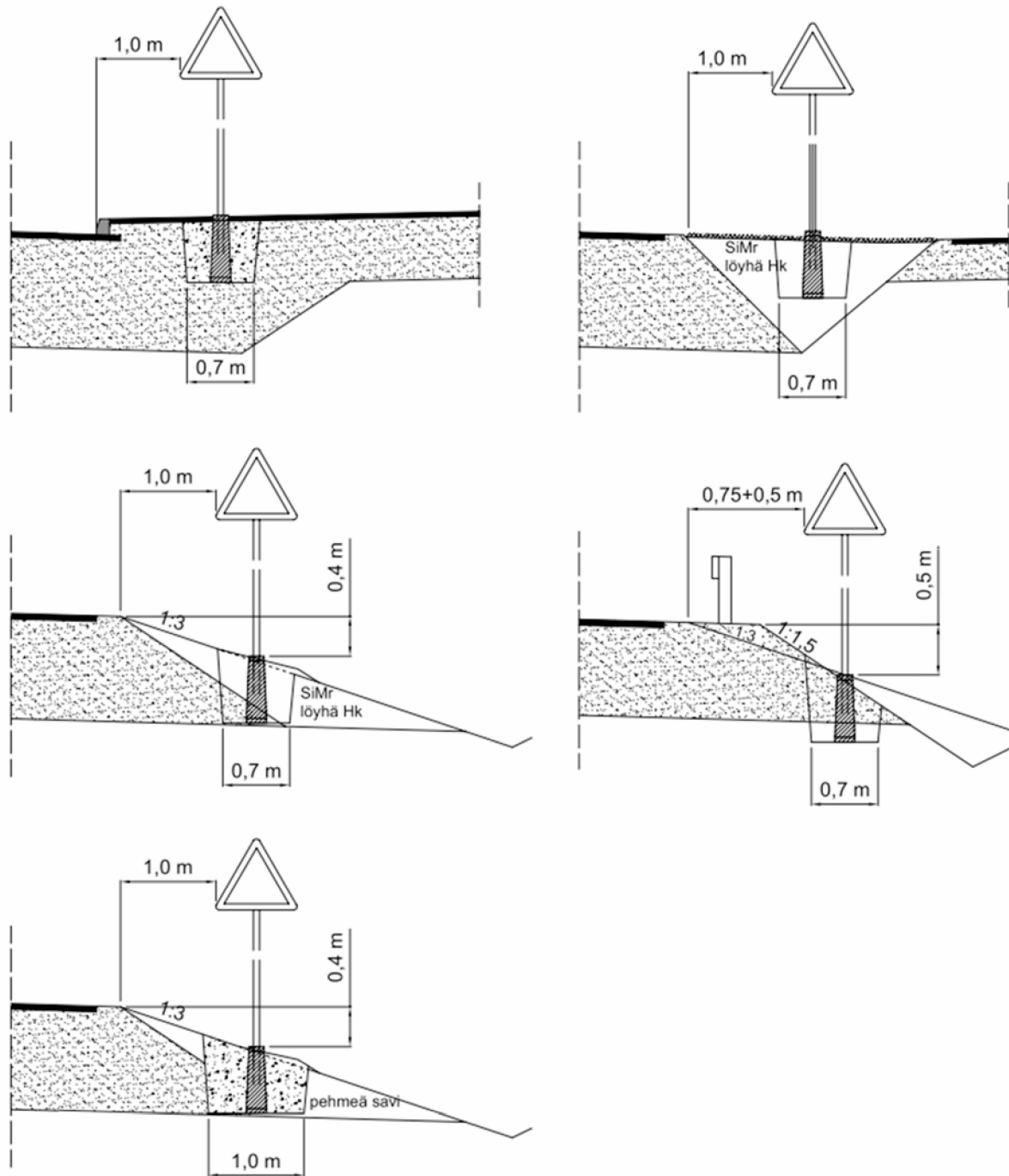
*Taulukko 3. Liikennemerkkin pylvään ja jalustan koko maaseudun teillä, joilla aurasnopeudeksi oletetaan 60 km/h. Tuulikuorma on maastoluokan 2 mukainen. Taulukko koskee tapausta, jossa merkin alareunan korkeus on 2,5 m tien pinnasta. Vähänkin pienempi korkeus antaa suuremman momentin ja jalustan koon, koska auraus alkaa tulla mitoittavaksi. Yhdelläkin merkillä tarvitaan silloin pylväs 90/2 ja jalusta H900.*

Merkkien lukumäärä	Luiska	Mitoittava momentti $M_d$ pylvään tyvessä, tuulimääräyksenä	Vaadittava pylvään koko	Vaadittava jalustan $DL^3$ -mitta ( $m^4$ ) ja esimerkijalusta	
				Tiivis murske	SiMr, löyhä Hk
1	1:3	1,0 kNm	60/2 mm	0,033 (H700) <sup>1)</sup>	0,066 (H900)
1	1:1,5	1,2 kNm	60/2 mm	0,039 (H700) <sup>1)</sup>	ei esiinny
2	1:3	2,3 kNm	90/2 mm	0,073 (H900)	0,145 (H900)
2	1:1,5	2,6 kNm	90/2 mm <sup>1)</sup>	0,083 (H900)	ei esiinny

1) Huom. suositellaan 90/2 mm:n pylvästä ja H900 jalustaa rakennusaikaisen ja kunnossapidon logistiikan takia ja lisämerkkivaruksen vuoksi

Nähdään, että betonijalustaksi tiiviillä murskeella ja yhdellä vakiomerkillä riittää H700 ( $DL^3 < 0,051 m^4$ ), mutta muuten tarvitaan aina H900 ( $DL^3 < 0,175 m^4$ ).

Pylvääksi riittää yhdellä merkillä S355 60/2 mm (pylväs kestää momentin  $M_u = 1,83$  kNm) ja kahdella merkillä tarvitaan S355 90/2 mm (pylväs kestää momentin  $M_u = 4,12$  kNm). Tosin H900 jalustan yhteydessä olisi luontevaa käyttää 90/2 mm:n pylvästä.



Kuva 1. Liikennemerkin ja pylväsperustusten sijoittaminen eri luiskatilanteissa, sijoituksesta tarkemmin ohjeessa "Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä" Tieh 2000006-03.

## Suoritettuja törmäysturvallisuuskokeita

	Rakenne	Testi	Toiminta	Hyväksyt- tävyys
A2610 2005	1 x S355 114/2 betonijalustassa RB-4/1300 2 norm. vakiomerkkiä, 12 mm vaneri yht. A = h = 4, m, massa = 34+18 kg	20° 102 km/h	Jalusta murtui, pylväs taipui ja löi tuulilasiin ja kattoon, lopulta irtosi, ASI = 0,7, THIV 7 km/h, exit = 94 km/h	Hyväksytään, jos on murtuva betoni-
93-8 1993	1 x S355 114/2,6 betonijalustassa Merkari/900 2 norm. vakiomerkkiä, 12 mm vaneri, yht. A = h = 3,9 m, m = 34+18 kg	10° 35 km/h	Jalusta murtui, pylväs taipui auton alle, THIV 12 km/h	jalusta tai teräsja-
4.3.1997 2	1 x S355 114/2,6 teräsjalustassa 168/3,2/1200 1 norm. vakiomerkki, h = 3,9 m	38 km/h	Pylväs taipui auton alle, ASI = 0,6	lusta
A2510 2005	2 x S355 114/2 betonijalustassa RB-4/1300, pylväiden väli 1,4 m; 4 kpl 0,5 m x 2,0 m vaakapaneelia, 12 mm vaneri liitetty toisiinsa yht. 5 vaakalankulla 50 mm x 100 mm, yht. A = h = 4,0 m, m = 68+75 kg	20° 100 km/h	Törmätyn pylvään jalusta murtui, pylväs ja paneelit taipuivat, pylväs irtosi jalustasta ja myöhemmin paneelin lankuista, ASI = 0,5, THIV 9 km/h, exit = 98 km/h	Hyväksytään, jos on murtuva betoni-
93-6 1993	2 x S355 114/2 betonijalustassa Kouv.Sem., pylväiden väli 0,9 m; 2 kpl 1,7 m x 1,7 m pystypaneelia, vaneri liitetty toisiinsa lankuilla	10° 38 km/h	Törmätyn pylvään jalusta murtui, kilpi repesi keskisaumasta ja pylväs taipui auton alle THIV 9 km/h, exit = 30 km/h	jalusta
4.4.1997 3	2 x S355 114/2,6 teräsjalustassa 168/3,2/1200, pylväiden väli 1,0 m, 1 norm. vakiomerkki, h = 4,0 m	10° 38 km/h	Maa siirtyi 20 mm ja auto pysähtyi, ASI = 0,5, THIV 28 km/h	Epävarma
18.12. 1995	3 x S??? 114/2,6 betonijalustassa 1300, pylväiden väli 0,9 m, 4 kpl 0,8 x 2,8 vaakapaneelia, 15 mm vaneri liitetty toisiinsa 4 vaakalankulla 50 mm x 100 mm, h = 4,8 m	20° 42 km/h	Törmätyt 2 pylvästä taipuivat, jalustat säilyivät ehjinä. Alin paneeli irtosi. Auto pysähtyi ja ponnahti takaisin. ASI = 0,8	Ei turvalinen:
9.5. 1996	Tehometin liukulaipalla varustettu 219/2 putki betonijalustassa SJ-4/1800 pehmeässä maassa, 4 kpl 1,5 x 3,5 vaakapaneelia, 16 mm liitetty teräsheyksellä, A = 22 m², h = 8,5 m, m = 670 kg	20° 38 km/h	Liukulaippa laukesi heti, kaatuneen merkin kilpi osui auton kattoon, mutta ei aiheuttanut lommoo jalustan päälle, ASI = 0,3, exit = 28 km/h	Ei testattu 100 km/h, luultavasti turvallinen
U1120 20.11. 2012	3 x 90/2 S355 pylvästä k/k 0,76 ja 0,69 m (ainepaksuus 2,2 mm), Jalusta H900 (Myllylän betoni) täyte tiivistettyä mursketta, putket kiilattu muovikiiloilla jalustaan, Kilpi 3 mm paksua alumiinilevyä, reunataitos 33 mm, leveys 2,0 m ja korkeus 2,44 m, A=4,9 m², kilven alareunan korkeus 2,0 m, kilpi kiinnitetty 6:lla kiinnikkeellä/pylväs, 2 M8 8.8 kuumasinkittyä ruuvia/kiinnike, lamellien saumoissa ei lisäruuveja	20° 35 km/h	Törmättiin 2 pylvääseen, jotka litistyi ja taipuivat eteenpäin 1,0/0,8 m, pylväät nousivat jalustasta 0,35/0,25m, jalustat murtui, auto pysähtyi 1,2 m:n päähän, 2 alinta lamellia taipui, autoon keulaan 20 cm syvät lommot, ei vaurioita matkustamossa ASI=0,5, THIV=27 km/h	Hyväksytään rakenne törmäysturvalliseksi
U1121 21.11. 2013	kuten edellä, mutta k/k 0,82 ja 0,78 m	20° 100 km/h	Törmäyksessä pylväät litistyi ja taipuivat ja irtosivat jalustasta, jalustat murtuivat, kilpi pysyi kiinni pylväissä ja taipui auton päälle, autoon vaurioita keulaan, kattoon ja sivuikkuna särkyi, ASI=0,5, THIV= 15 km/h exit=80 km/h	

Jos muuta ei ole mainittu, Liikenneviraston törmäyskokeissa on käytetty betonijalustaa, johon pylväs upotetaan ja jalustan yläosan rauditus on enintään tämän ohjeen kohdan 4.5 mukainen, jolloin jalustan yläreuna halkeaa ja varsi pääsee nousemaan jalustasta, jos auton liike-energia on riittävä. (Kohdan 4.5 mukaan jalustan ylimmässä 150 mm osuudessa on enintään 6 kierrosta 6 mm terästä sekä pystyteräksinä enintään 4 kpl 8 mm harjaterästä, kun käytetään jalustaa johon mahtuu 114/2 tai 90/2 pylväs).

Muissa jalustatyypeissä tulokset eivät välttämättä päde, vaan toimivuus on osoitettava erikseen.

Iso-Britanniassa tehtyjen törmäyskokeiden perusteella 90/3,2 S355J2H varrella varustettu liikennemerkki on törmäysturvallinen luokassa 100 NE 2 lujemmissakin jalustatyypeissä kuin Liikenneviraston törmäyskokeissa käytetyissä, kun merkin koko on enintään 1,7 m<sup>2</sup>. Törmäyskokeen perusteella myös esimerkiksi 90/2, 60/3,2 ja 60/2 varret voidaan todeta törmäysturvallisiksi kun teräksen lujuusluokka on 355 tai alempi.



